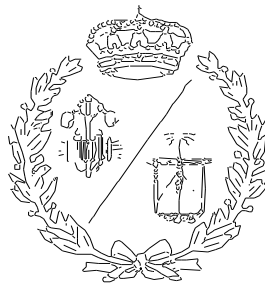


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO L.M.A.T. DE 30 kV PARA EL
ABASTECIMIENTO DE UN POLÍGONO**

**(DESIGN M.V.P. L. OF 30 kV TO SUPPLY AN
INDUSTRIAL PARK)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**Autor: Cristina Diego Cavia
Julio – 2019**

INDICE GENERAL

1 MEMORIA

2 ANEXOS

2.1 CALCULOS

2.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN LÍNEAS
AÉREAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

2.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN LÍNEAS
SUBTERRÁNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

2.4 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN CENTROS
DE TRANSFORMACIÓN

3 PLANOS

4 PLIEGO DE CONDICIONES

5 PRESUPUESTO

Memoria descriptiva

**DISEÑO L.M.A.T. DE 30 kV PARA EL ABASTECIMIENTO DE UN
POLÍGONO**

1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	7
1.1 ANTECEDENTES	7
1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO	7
1.3 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	7
1.4 TRAZADO DE LA LÍNEA	8
1.5 AFECTACIONES.....	8
1.6 BIBLIOGRAFÍA	8
1.7 REGULACIÓN Y NORMATIVA	9
1.7.1 <i>Reglamentación</i>	9
1.7.2 <i>Normativa general</i>	9
1.8 DESCRIPCIÓN DE LA RED AÉREA DE 30 kV	9
1.8.1 <i>Características generales</i>	9
1.8.2 <i>Conductor</i>	10
1.8.3 <i>Apoyos</i>	10
1.8.4 <i>Cimentaciones</i>	11
1.8.5 <i>Aisladores y herrajes</i>	11
1.8.6 <i>Puesta a tierra</i>	13
1.8.7 <i>Conversiones aéreo-subterráneas</i>	13
1.8.8 <i>Protecciones</i>	14
1.8.9 <i>Terminales unipolares</i>	15
1.8.10 <i>Distancias de seguridad</i>	15
1.9 DESCRIPCIÓN DE LA RED SUBTERRÁNEA DE 30 kV	16
1.9.1 <i>Conductores</i>	16
1.9.2 <i>Accesorios</i>	16
1.9.3 <i>Terminales</i>	16
1.9.4 <i>Herrajes y accesorios en conversiones aéreo-subterráneas</i>	17
1.9.5 <i>Empalmes</i>	17
1.9.6 <i>Zanjas</i>	17
1.9.7 <i>Sistemas de Instalación</i>	18
1.9.8 <i>Protecciones</i>	18
1.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	19
1.10.1 <i>Emplazamiento</i>	19
1.10.2 <i>Características generales</i>	19
1.10.3 <i>Obra civil</i>	19
1.10.4 <i>Instalación eléctrica</i>	27
1.10.5 <i>Puesta a tierra</i>	29

1. Memoria descriptiva

1.1 Antecedentes

Debido a un cambio de emplazamiento de un obrador de una empresa alimenticia surge la idea de crear un nuevo polígono en una zona principalmente ganadera, donde se espera el concentrar la industria derivada de los productos locales como queserías, obradores de quesadas y sobaos o derivados de la miel. Se pretende crear un centro de empresas municipal para el emprendimiento y empleabilidad. Se busca un equilibrio entre la zona industrial y el entorno natural de la zona por encontrarse en una comarca de los valles pasiegos. Se propone una construcción típica de la zona guardando la estética local.

Se debe realizar una red aérea de media tensión, así como una red subterránea de media tensión. El área de influencia de esta línea es el Ayuntamiento de Villacarriedo y el Ayuntamiento de Selaya. La línea se clasifica en la zona A ya que el terreno está a menos de 500 metros sobre el nivel del mar.

1.2 Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es el estudio y definición de las obras necesarias para la creación de una línea aérea y subterránea de media tensión.

La línea comienza en la subestación de Carriedo de donde sale una línea aérea que finaliza a la entrada del pueblo de Selaya. En ese punto comienza una línea subterránea que recorre el pueblo hasta el lugar donde se pretende situar el polígono.

1.3 Descripción y justificación de la solución adoptada

Actualmente en la zona de actuación se encuentra la subestación de Carriedo de 12kV/30kV.

La decisión tomada consiste en una línea de 30kV dividida en dos tramos, uno aéreo con una distancia de 2667 metros y uno tramo subterráneo con una distancia de 454 metros. Llegando así a la entrada del terreno del polígono. En el terreno se realizará otro tramo subterráneo de 455 metros para distribuir la línea a lo largo de su extensión. La línea terminará en 3 centros de casetas que estarán repartidos. Cada caseta tendrá 8 salidas a 420 V.

La conexión entre la subestación de Carriedo y el primero apoyo de la línea aérea se realizará de forma aérea.

Las semicrucetas a usar en los apoyos de la parte aérea son de armado tipo B. Se busca la uniformidad en los apoyos.

Los centros de transformación irán en casetas prefabricadas distribuidas por el polígono.

Se tendrá en cuenta que el trazado sea lo más uniforme posible y de fácil acceso para facilitar las maniobras de mantenimiento.

1.4 Trazado de la línea

El trazado de la línea queda definido en los planos número 1 y 2.

El tramo aéreo consta de 16 apoyos de celosía y una longitud de 2667 metros. Mientras que el tramo subterráneo hasta la llegada al polígono consta de 12 arquetas en una longitud de tramo de 454 metros. La línea que recorre subterráneamente el polígono de 455 m consta de 9 arquetas. En el terreno se colocarán 3 centros de transformación de caseta prefabricada.

Durante el trazado de la línea aérea se producen cruzamientos con carreteras y río Pisueña.

1.5 Afectaciones

Existe una serie de afectaciones a tener en cuenta que afectaran a los propietarios de dichas parcelas.

- Ocupación definitiva: Está será de 5 m² alrededor el apoyo
- Ocupación temporal: Únicamente se usará para la ejecución de las obras
- Servidumbre de paso: Zona destinada para realizar las labores de explotación y mantenimiento de la línea
- Servidumbre de vuelo: Distancia de 5 metros de anchura debida a la oscilación del conductor

1.6 Bibliografía

ABB. *Descargadores de sobretensiones de alto voltaje*

SCHNEIDER ELECTRIC. 2011. *Centros de Transformación 36 kV MT/BT. Distribución Eléctrica en Media Tensión*

GENERADOR DE PRECIOS. ESPACIOS URBANOS. ESPAÑA. CYPE INGENIEROS S.A. Disponible en: <http://generadorprecios.cype.es/>

SONEPAR IBERICA. 2018. *Catálogo General 2018. Media Tensión*. Disponible en: <http://sonepar.es/2017/12/05/7290/>

SISTEMAS DE POTENCIA. G714. *Apuntes de la asignatura*

VIESGO. 2017. *Proyecto tipo de líneas de alta tensión aéreas hasta 36 kV*.

VIESGO. 2017. *Proyecto tipo de líneas de alta tensión subterráneas hasta 36 kV*.

1.7 Regulación y normativa

1.7.1 Reglamentación

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm.310, de 27 diciembre de 2000; corrección de errores en BOE núm.62, de 13 de marzo de 2001)
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01)
- Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, se aprueba Reglamento Electrotécnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión y modificaciones posteriores (BOE núm.311, de 27 de noviembre de 1968; corrección de errores en BOE de marzo de 1969).
- Ley 54/1997, 27 de noviembre, Sector Eléctrico (BOE núm.285, de 28 de noviembre de 1997).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), (Ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, BOE 10.11.1995).

1.7.2 Normativa general

- Normas Europeas (EN)
- Normas UNE que no siendo de obligado cumplimiento, definen características de los elementos integrantes de las instalaciones.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según los reglamentos.
- Disposiciones municipales que afecten a este tipo de instalaciones
- Otras normas vigentes que puedan ser de obligatorio cumplimiento.

1.8 Descripción de la red aérea de 30 kV

1.8.1 Características generales

La línea con una longitud de 2667 metros cuyo plano es el 1 tiene un conductor LA-110 de aluminio con láminas de acero. La tensión nominal de la línea de media tensión es de 30 kV y se clasifica como línea de 2º categoría donde la tensión más elevada es de 36 kV.

Categoría de la línea	Tensión de la línea (kV)	Tensión más elevada (kV)
2ª	30	36
	45	52
	66	72,5

Nos encontramos en zona A, estamos a una altitud inferior a los 500 metros sobre el nivel del mar. Para el cálculo mecánico de los apoyos de toma un EDS de 10,36% y una velocidad de 160km/h.

1.8.2 Conductor

En este proyecto se usará un conductor LA-110 con características:

Diámetro aparente del cable	14 mm
Sección total	116,2 mm
Equivalencia del cobre	60 mm ²
Peso del cable	433 kg/km
Carga de rotura	4398 kg
Coeficiente de dilatación	17,8 * 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Módulo de elasticidad	8200 kg/mm ²

1.8.3 Apoyos

La altura de los apoyos de la línea se proyecta teniendo en cuenta la distancia de seguridad al terreno que será como mínima de 7 metros.

La distancia de seguridad en los cruces de carreteras será de 8 metros.

La distancia de seguridad que debe salvaguardar un apoyo con respecto a un río, una carretera comarcal o una carretera nacional será de 25 metros.

Las alturas de los apoyos serán de 12, 14, 16 y 20 metros. En los cálculos de los apoyos se puede ver como se reparten.

El coeficiente de vuelco debe ser igual o mayor a 1,5.

1.8.3.1 Crucetas

Las crucetas usadas en los apoyos serán semicrucetas atirantadas colocadas según el tipo de armado. El armado que se usará será el B2 en todos los apoyos de la línea. Las semicrucetas serán en bóveda con una longitud de distancia entre conductores de 2 metros.

1.8.3.2 Apoyos de la línea

Tipo de apoyo	E _N (daN)	H _t (metros)	Nº apoyos
Fin/Principio de línea	4500	12	1
		12	16
Ángulo	9000	14	2
		14	11

		16	14
Alineación suspensión	1000	14	3
		14	4
		14	5
		14	6
		14	8
		14	9
		14	10
		14	12
		16	13
		16	15
Alineación amarre	3000	20	7

1.8.4 Cimentaciones

Las cimentaciones se realizan de forma monobloque, un bloque de cierta profundidad y anchura de tal forma que cumpla las condiciones de estabilidad.

Se considerará al terreno como con un nivel medio y un coeficiente de compresibilidad medio de 12 kg/cm³

La densidad del hormigón la tomaremos como 2500 kg/m³

La resistencia característica del hormigón será de 20 N/mm².

El hormigón que se usará en las cimentaciones será el hormigón HM/B/20/I

1.8.5 Aisladores y herrajes

Los conductores se amarran a los apoyos mediante cadenas de aisladores.

En los apoyos de principio y final de línea tienen un doble amarre. En los apoyos restantes el amarre será sencillo o suspensión.

Se necesita el cálculo del grado de aislamiento que se define como la relación entre la longitud de la línea de fuga de la cadena de aisladores y la tensión máxima de la línea. Artículo 2 del R.A.T.

$$GA = \frac{(N * LF)}{E}$$

Siendo:

GA = grado de aislamiento (cm/kV)

LF = línea de fuga (cm)

N = número de aisladores de la cadena

E = tensión compuesta más elevada (kV)

El valor del grado de aislamiento, GA, se encuentra tabulado en función de la zona en la que se encuentre la línea.

ZONAS	GA (cm/kV)
Forestales y agrícolas	1,7 - 2
Industriales y próximas al mar	2,2 - 2,5
Fábricas de productos químicos	2,6 - 3,2
Centrales térmicas	>3,2

En nuestro caso utilizamos una GA en zona forestal

$$GA = 2$$

Para el aislador U 70 BS la línea de fuga nominal será= 320 mm

Para el aislador U 100 BS la línea de fuga nominal será= 350 mm

$$N = \frac{(GA * E)}{LF}$$

Tomamos un valor de N=3.

En nuestro caso se trabaja con la compañía Viesgo, debido a ello se usará 4 aisladores de U 100 BS .

Los herrajes que forman la cadena en amarre:

TIPO	AMARRE
Grillete recto	1
Anillo de bola	1
Aislador	3
Rótula corta	-
Rótula larga	1
Grapa de amarre	1
Grapa de suspensión	-
LONGITUD	600 mm

Los herrajes que forman la cadena en suspensión:

TIPO	SUSPENSIÓN
Grillete recto	1
Anillo de bola	1
Aislador	3
Rótula corta	1
Rótula larga	-
Grapa de amarre	-
Grapa de suspensión	1
LONGITUD	604,3 mm

1.8.6 Puesta a tierra

Los cables aislados trenzados de la puesta a tierra tienen el fin de evacuar las corrientes capacitivas y las corrientes de defecto a tierra. Se conectará en carácter general las pantallas, fiador, herrajes y apoyos al sistema de puesta en tierra.

Se aplicarán los siguientes criterios:

- La continuidad eléctrica del fiador quedará asegurada a lo largo de toda la línea
- Coincidiendo siempre por la fijación del cable fiador, se realizará la puesta tierra de apoyos, fiador y herrajes, para los apoyos que soporten conexiones o derivaciones.

En los apoyos metálicos o de hormigón, en los herrajes, aparatos de maniobra, transformadores, pararrayos, armarios metálicos se aplicará lo establecido en el apartado 9 de la ITC-LAT 08.

Los elementos de conexión y los sistemas de puesta a tierra seguirán lo establecido en el ITC-LAT 07.

Los requisitos que fundamentalmente influyen en el sistema de puesta a tierra son:

- El método de puesta a tierra del neutro
- El tipo de apoyo en función de su ubicación

Apoyos no frecuentados

- El material del apoyo

Los apoyos que soporten aparatos de maniobra deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados

Los apoyos que soporten transformadores deberán cumplir el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación

La toma a tierra se efectuará mediante una toma a tierra en forma de anillo cerrado, ya que todos los apoyos son frecuentados. El anillo se enterrará alrededor de la cimentación a 1 metro de las aristas y 0,5 metros de profundidad. Al anillo se conectarán dos picas de 2 metros de longitud, 14 milímetros de diámetro y 300 milímetros de espesor de recubrimiento de cobre hincadas en el terreno de tal modo que el valor de la resistencia sea menor a 20 ohmios.

1.8.7 Conversiones aéreo-subterráneas

En las conversiones de paso aéreo a subterráneo, se tendrán en cuenta:

- Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con bandeja.

El interior de la bandeja será liso para facilitar la instalación y el mantenimiento

La parte superior de la bandeja se obturará para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo o parte hormigonada de la zanja.

- En los apoyos de conversión aéreo-subterráneo, se dispondrá de un sistema antiescalada cuyas características están descritas en el Proyecto Tipo de líneas aéreas de alta tensión.

Todas las conversiones a subterráneo deberán llevar una protección contra sobreintensidades (pararrayos autoválvulas)

- El tubo a bandeja de protección protegerá los conductores hasta el soporte del conductor al que irá sujeto hasta la conexión del terminal. A partir de la altura de 3 metros los cables seguirán formando ternos, fijados a las celosías o crucetas del apoyo mediante piezas especiales.

1.8.8 Protecciones

1.8.8.1 Protecciones de sobrecorriente

La línea dispondrá de una protección contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierra. En todos los casos deberá adecuarse a la estructura de la red para garantizar la actuación. Se colocarán fusibles en la celda de la subestación y en la celda de la línea del centro de transformación. En total se usarán 6 fusibles, 1 fusible por fase.

1.8.8.2 Protecciones de sobretensión

La línea deberá protegerse contra las sobretensiones de peligro de origen interno y de origen atmosférico. Se instalarán autoválvulas de óxidos metálicos en todos los sistemas de paso aéreo a subterráneo cuando la línea subterránea esté conectada a líneas aéreas y en la llegada a las subestaciones en el pórtico de entrada o cuando la conexión se realice en una celda.

La conexión del pararrayos con la puesta a tierras se realizará con cable de 50 mm² de cobre protegido con un tubo de PVC de 32 mm de diámetro.

Se colocarán 6 autoválvulas distribuidas de la forma: 3 por en el apoyo de inicio de línea, 3 en el apoyo de final de línea.

Las características son:

Tipo (10 kA)	Tensión (kV)	MCOV (kV)	Max. Tensión residual (kV)			2000 μ s Rectangular current withstand (A)	4/10 μ s High current impulse
			Steep current impulse 1/10 μ s	Lightning impulse 8/20 μ s	Switching current impulse 30/60 μ s		
HDA1-10/30	30	24	103,5	90	76,5	250	100
HDA1-10/36	36	28,8	124,2	108	91,8	250	100

En lo referente a coordinación de aislamiento, puesta a tierra de autoválvulas y protecciones contra sobretensiones, deberá cumplirse lo indicado en las instrucciones

MIE-RAT 12, MIE-RAT 13, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, las Norma UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

1.8.9 Terminales unipolares

En nuestra línea se tendrá que instalar un total de 6 dispuestos de la forma:

- 3 en el apoyo 1, el cual se conecta a la subestación
- 3 en el apoyo 16, aéreo- subterráneo para empezar el tramo subterráneo.

1.8.10 Distancias de seguridad

1.8.10.1 Distancias de los cruzamientos

El cruzamiento 1 es con la carretera comarcal CA-142, entre los apoyos 1 y 2

Para el caso de los cruzamientos con carreteras comarcales tanto el reglamento antiguo como el nuevo coinciden en que la distancia entre el apoyo y la carretera tiene que ser como mínimo de 25 metros.

El cruzamiento 2 es con una carretera autonómica municipal y el Arroyo Busteces, ente los apoyos 7 y 8.

Tomaremos 25 metros de distancia y una altura de 7 metros.

El cruzamiento 3 es con un río, el río Pisueña, entre los apoyos 15 y 16

Según la normativa existente y teniendo en cuenta el reglamento antiguo y el reglamento nuevo:

Reglamento nuevo: Debe existir 25 metros de distancia entre el apoyo y el río

Reglamento antiguo: la distancia entre el río y el apoyo tiene que ser igual o superior a 1,5 veces la altura del apoyo.

La medida más restrictiva es la aportada por el reglamento nuevo y será la que tomemos en cuenta.

Tomaremos 25 metros de distancia y una altura de 7 metros.

1.8.10.2 Distancias de los conductores

La distancia mínima de los conductores al terreno será de 7 metros.

La separación de los conductores será según el armado que tengan. En nuestro caso al usar todos los apoyos el mismo armado B2, la distancia será de 2 metros.

1.9 Descripción de la red subterránea de 30 kV

1.9.1 Conductores

Las tensiones nominales de los conductores U_0/U , así como su nivel de aislamiento U_p , en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de la red, según ITC-LAT 06 será:

Tensión nominal de la red, U_n (kV)	Tensión más elevada de la red, U_s (kV)	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U_0/U o U_0 kV	U_p kV
30	36	A	18/30	170

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen. La tensión nominal seleccionada para utilizar en los cables será 26/45 kV, en líneas de tensión más elevada 36 kV.

Los tramos subterráneos serán 3 cables subterráneos de aluminio RHZ1-OL 26/45 kV 1x240 K Al + H16. Las características del cable serán:

Sección: 240 mm²

Tensión nominal: 30 kV

Tensión más elevada de la línea: 36kV

Resistencia óhmica: 0.125 ohm/km

Resistencia inductiva: 0.106 ohm/km

Capacidad: 0,286 µF/km

1.9.2 Accesorios

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica.

1.9.3 Terminales

Los terminales se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

Se pueden definir 2 tipos de terminales los interiores y los exteriores.

Si se habla de los terminales interiores:

Los terminales enchufables apantallados aislados del tipo acodado conexión atornillada, se acoplan a las funciones de línea de las celdas prefabricadas con dieléctrico SF6 en el interior de los Centros de Transformación.

Las intensidades asignadas de los terminales enchufables pueden ser de 250 A, 400 A y 630 A.

Si se habla de los terminales exteriores:

No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma dependa de la habilidad del operario.

La borna terminal cumplirá con la norma UNE 21021.

La cubierta de los terminales de cable para exterior será resistente a la intemperie y cumplirá con el ensayo del Capítulo 8 de la norma UNE 21030.

Los terminales deberán permitir un radio de curvatura igual al del cable sobre los que se instalan, de acuerdo con la Norma UNE 211435:2007.

1.9.4 Herrajes y accesorios en conversiones aéreo-subterráneas

Los conductores en el trayecto de bajada por los apoyos y fachadas estarán protegidos con tubos de PVC de 10 atm de grado de protección contra impacto IK 08, según UNE EN 50102 hasta una altura mínima de 3 m sobre el suelo. El tubo de protección se sujetará al apoyo empleando abrazaderas de acero inoxidable.

La parte inferior del tubo se protegerá mediante una mocheta de hormigón de espeso de recubrimiento del tubo de más de 6 cm y de altura mínima 25 cm.

El extremo superior del tubo se sellará mediante capuchón que evite la entrada de agua.

A partir de la altura de 3 metros los cables seguirán formando ternos unidos a la celosía mediante piezas especiales. El sistema de cierre no deberá abrirse por el peso del cable o variaciones de la temperatura ambiente

1.9.5 Empalmes

En los empalmes no se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma dependa de la habilidad del operario. Solo se aceptarán los casos en los que sea preciso la utilización de cinta para reconstituir el aislamiento.

El manguito de unión cumplirá con la norma UNE 21021.

1.9.6 Zanjas

Las zanjas se realizarán según se indica en la reglamentación correspondiente.

Los cables subterráneos se conectarán a tierra en la caja terminal extrema.

La resistencia respecto a tierra tiene que ser inferior a 20 ohmios.

1.9.7 Sistemas de Instalación

1.9.7.1 Conductores en canalizaciones entibadas con tubos enterrados

En todo momento la profundidad mínima de la terna de cables más próxima a la superficie del suelo será de 80 cm en canalizaciones bajo calzada, y de 60 cm en el resto de las canalizaciones.

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm sobre la que se colocarán los tubos, teniendo en cuenta que la separación entre los mismos al menos de 4 cm.

Se realizará el relleno de la zanja con arena fina hasta una altura mínima de 10 cm por encima de la generatriz del tubo de energía más elevado. Se instalarán placas de protección mecánica de polietileno de 25 cm de ancho. Posteriormente se realizará el compactado mecánico. Al menos a 40 cm por encima de la generatriz superior del tubo más elevado se instalarán las cintas de señalización que advertirán de la presencia de la línea.

Para los tubos se tomará como referencia lo indicado en la Norma NT-TPCA.01 de VIESGO.

El número de tubos a instalar será siempre par (2, 4, 6,... tubos), debiendo existir en todo caso un tubo de reserva. Se instalará al menos un tubo a mayores del número de circuitos proyectados. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito.

Las arquetas serán prioritariamente prefabricas troncopiramidales. Las dimensiones y características que se indican en los planos. Serán registrables, estando dotadas en su parte superior de marcos y tapas reseñados en los planos adjuntos, permitiendo su apertura mediante gancho. Las características de las tapas de las arquetas y sus marcos tomarán como referencia lo indicado en la Norma NT-TAMB.01 de VIESGO.

1.9.8 Protecciones

1.9.8.1 Protecciones de sobrecorriente

La línea tendrá una protección que actuará contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierra. Se colocarán fusibles en la celda de salida de la subestación y en la celda de la línea del centro de transformación.

1.9.8.2 Protecciones de sobretensiones

Los cables deberán estar protegidos contra las sobretensiones

1.9.8.3 Seccionadores

Se colocará apartamento de corte, se dispondrán seccionadores unipolares en el apoyo de conversión aéreo - subterránea, para disponer de un punto de corte y una frontera entre instalaciones. Este elemento permitirá la realización de las operaciones de mantenimiento y descargo de la instalación cuando proceda.

Deberá de dejarse una distancia mayor a 0,5 metros entre los ejes de los seccionadores cuando se instalen.

1.9.8.4 Cortacircuitos – Fusibles

Como apartamento de corte y protección, se dispondrán cortacircuitos fusibles en el apoyo de

conversión aéreo - subterránea, para disponer de un punto de corte y una frontera entre instalaciones. Este elemento permitirá la realización de las operaciones de mantenimiento y descargo de la instalación.

Los fusibles cumplirán con la Norma UNE 21120-2 para fusibles de expulsión.

1.10 Centro de transformación

1.10.1 Emplazamiento

En nuestro proyecto se usarán 3 centros de transformación repartidos por el polígono.

1.10.2 Características generales

Los centros de transformación serán un producto prefabricado. Se catalogará como exterior, cuando el recinto que contiene el CT está fuera de un edificio, y también de superficie, una caseta de obra civil o prefabricada dedicada exclusivamente al CT.

Serán 3 centros de compañía.

1.10.3 Obra civil

1.10.3.1 Dimensiones

Longitud (mm)	2500
Anchura (mm)	6440
Altura total (mm)	3300
Altura vista (mm)	2750

Para la instalación del conjunto se requiere haber realizado una excavación en el terreno de dimensiones:

Longitud frontal (mm)	3500
Anchura (mm)	6440
Profundidad total (mm)	700

1.10.3.2 Características generales

Para el primer centro de caseta

Edificio prefabricado de hormigón	
Rejillas de ventilación	Están fabricadas de chapa de acero galvanizado sobre la que se aplica una película de pintura poliéster. El grado de protección es IP339
Puerta de acceso	Con dos hojas que permiten la cómoda explotación de la apartamenta MT y BT. La puerta está fabricada con chapa de acero galvanizado recubierta con pintura poliéster.
Rejillas de separación	Rejilla que separa la unidad de apartamenta 1 de la unidad de apartamenta 2.
Unidad de apartamenta 1	
Celda de remonte	Celda de remonte de cable (variante barra) gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, juego de barras tripolar. Conexión superior por barra e inferior por cable. Variante con indicadores de presencia de tensión en cable. Dimensiones: 1430 x 750 x 2250 mm
Celda de interruptor-seccionador	Celda de interruptor-seccionador gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar, indicadores de presencia de tensión en cables y mando CIT. Conexión superior por barra e inferior por cable. Variante con mando CI1 o mando CI2. Motorización opcional. Dimensiones: 1500 x 750 x 2250 mm
Unidad de apartamenta 2	
Celda de remonte	Celda de remonte de cable (variante barra) gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, juego de barras tripolar. Conexión superior por barra e inferior por cable. Variante con indicadores de presencia de tensión en cable. Dimensiones: 1430 x 750 x 2250 mm
Celda de protección	Celda de interruptor-seccionador asociado a fusibles para protección, gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar, indicadores de presencia de tensión en cables y mando CI1. Conexión superior por barra e inferior por cable. Variante con mando CI2. Motorización opcional. Dimensiones: 1500 x 750 x 2250 mm
Celda de medida	Ceda de medida gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, preparada para tres transformadores de intensidad y tres de tensión. Distintas configuraciones en función de la configuración del esquema (entrada lateral inferior y salida lateral superior por barras, entrada lateral inferior por barras y salida inferior por cable y entrada y salida inferior por cable. Dimensiones: 1518 x 750 x 2250 mm
Unidad de transformador MT/BT	
Transformador seco clase F	Transformador trifásico de tipo seco con bobinados

	de media tensión encapsulados y moldeados al vacío en una resina de époxy que contiene una carga activa.
Plataforma	Una plataforma metálica y móvil integrada en la estructura del transformador
Red de tierras separadas	
<p>Se realiza con cable: Herrajes: 50 mm² Cu desnudo. Neutro: 50 mm² Cu aislado</p> <p>La conexión al conductor neutro se realiza en el centro. Con el cable de tierra de herrajes se realizará un anillo completo, el cual se derivará a los equipos mediante latiguillos del mismo cable</p>	
Protección contra incendios	
Al disponer la Compañía Eléctrica suministradora de personal de mantenimiento equipado en sus vehículos con el material adecuado de extinción de incendios, no es preciso, en este caso, instalar extintores en este centro de transformación.	
Alumbrado	
En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux	
Accesorios	
Cadena bicolor de seguridad. Cartel de primeros auxilios. Cartel de riesgo eléctrico. Cajón para la información propia del centro. Plataforma aislante de trabajo para la maniobra del personal	

Para el segundo y el tercer centro de caseta:

Edificio prefabricado de hormigón	
Rejillas de ventilación	Están fabricadas de chapa de acero galvanizado sobre la que se aplica una película de pintura poliéster. El grado de protección es IP339
Puerta de acceso	Con dos hojas que permiten la cómoda explotación de la aparamenta MT y BT. La puerta está fabricada con chapa de acero galvanizado recubierta con pintura poliéster.
Unidad de aparamenta 1	
Celda de remonte	Celda de remonte de cable (variante barra) gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, juego de barras tripolar. Conexión superior por barra e inferior por cable. Variante con indicadores de presencia de tensión en cable. Dimensiones: 1430 x 750 x 2250 mm
Celda de protección	Celda de interruptor-seccionador asociado a fusibles para protección, gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar, indicadores de presencia de tensión en cables y mando CI1. Conexión superior por

	<p>barra e inferior por cable. Variante con mando CI2. Motorización opcional.</p> <p>Dimensiones: 1500 x 750 x 2250 mm</p>
Celda de medida	<p>Ceda de medida gama SM6, In 400A, Ith 16 kA, preparada para tres transformadores de intensidad y tres de tensión. Distintas configuraciones en función de la configuración del esquema (entrada lateral inferior y salida lateral superior por barras, entrada lateral inferior por barras y salida inferior por cable y entrada y salida inferior por cable.</p> <p>Dimensiones: 1518 x 750 x 2250 mm</p>
Unidad de transformador MT/BT	
Transformador seco clase F	Transformador trifásico de tipo seco con bobinados de media tensión encapsulados y moldeados al vacío en una resina de époxy que contiene una carga activa.
Plataforma	Una plataforma metálica y móvil integrada en la estructura del transformador
Red de tierras separadas	
<p>Se realiza con cable:</p> <p>Herrajes: 50 mm² Cu desnudo.</p> <p>Neutro: 50 mm² Cu aislado</p> <p>La conexión al conductor neutro se realiza en el centro.</p> <p>Con el cable de tierra de herrajes se realizará un anillo completo, el cual se derivará a los equipos mediante latiguillos del mismo cable</p>	
Protección contra incendios	
Al disponer la Compañía Eléctrica suministradora de personal de mantenimiento equipado en sus vehículos con el material adecuado de extinción de incendios, no es preciso, en este caso, instalar extintores en este centro de transformación.	
Alumbrado	
En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux	
Accesorios	
<p>Cadena bicolor de seguridad.</p> <p>Cartel de primeros auxilios.</p> <p>Cartel de riesgo eléctrico.</p> <p>Cajón para la información propia del centro.</p> <p>Plataforma aislante de trabajo para la maniobra del personal</p>	

Celda de interruptor-seccionado



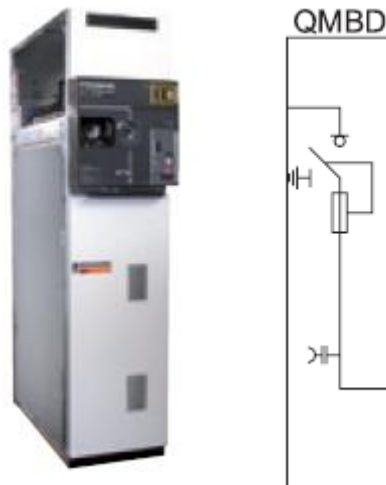
Base:

- Interruptor seccionador (SF6).
- Seccionador de puesta a tierra (SF6) con poder de cierre.
- Juego de barras tripolar.
- Mando manual CIT.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 1 x 400 mm²

Accesorios:

- Motorización para mando.
- Contactos auxiliares.
- Compartimento de control ampliado.
- Enclavamientos por cerradura.
- Resistencia de calefacción 50 W, 220 V CA.
- Comparador de fases.
- Cajón superior de acometida de cables.
- Kit para doble acometida por fase (2 x 240 mm²)

Celdas de protección



Base:

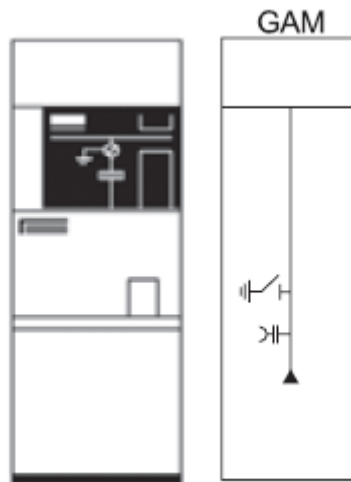
- Interruptor seccionador (SF6) de 400 A.
- Seccionador de puesta a tierra doble:
 - Superior (SF6): Poder de cierre = 40 kA cresta.
 - Inferior (aire): Poder de cierre = 5 kA cresta.
- Juego de barras tripolar (400 A).
- Mando CI1 manual.
- Timonería para disparo por fusión de fusibles.
- Bornes de conexión para cable seco unipolar de sección inferior o igual a 400 mm².
- Preparada para 3 fusibles normas DIN.
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.

Accesorios:

- 3 fusibles normas DIN MESA-CF de 36 kV.
- Motorización para mando.
- Contactos auxiliares.
- Compartimento de control ampliado.
- Enclavamientos por cerradura.
- Resistencia de calefacción 50 W, 220 V CA.

- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Comparador de fases.
- Cajón superior de acometida de cables.
- Kit para doble salida por fase ($2 \times 240 \text{ mm}^2$).

Celda de remonte



Base:

- Entrada/salida inferior de cable seco unipolar de sección inferior o igual a $1 \times 400 \text{ mm}^2$.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión (sólo en GAMEI).
- Embarrado interior 400 A o 630 A.
- Juego de barras tripolar para conexión superior con otra celda SM6 por la derecha o por la izquierda.

Accesorios:

- Compartimento de control ampliado.
- Resistencia de calefacción 50 W, 220 V CA.
- Cajón superior de acometida de cables.
- Comparador de fases para GAMEI/GAM.
- Kit doble acometida para fase ($2 \times 240 \text{ mm}^2$).

Celda de medida:



Base:

- Preparada para 3 transformadores de intensidad.
- Preparada para 3 transformadores de tensión unipolares

Accesorios:

- Transformadores de tensión e intensidad.
- Resistencia contra ferorresonancia.
- Resistencia de calefacción 50 W, 220 V CA.
- Cajón de baja tensión superior para ubicación de elementos

Transformador:

Base:

- Transformador Trihal sin envolvente de protección (IP00) descrita arriba.
- 1 envolvente metálica de protección IP31, IK7 (excepto el fondo: IP21, IK7):
- Con protección estándar contra la corrosión.
- Cáncamos de elevación para el desplazamiento del transformador con su envolvente.
- Panel atornillado del lado de MT para acceder a los terminales de conexión de MT y a las tomas de regulación. Incorpora 2 manetas escamoteables, una señal

de advertencia de “peligro eléctrico” (señal T10), la placa de características del transformador y una trenza visible para la puesta a tierra.

- Taladros tapados con obturadores, perforados en la parte izquierda del panel atornillado en el lado de MT. Están previstos para montar indistintamente una cerradura de enclavamiento Ronis tipo ELP1 o Profalux tipo P1.
- 2 placas aislantes sobre el techo de la envolvente para entrada por prensaestopas de los cables de MT y BT respectivamente (no se incluyen los taladros ni los prensaestopas).
- Trampilla situada en la parte inferior derecha, lado de MT, previsto para la llegada eventual de cables de MT por la parte inferior. La conexión sobre el transformador se sigue haciendo en este caso en la parte superior de las barras de acoplamiento.

Accesorios:

- Sondas PT 100.
- 1 termómetro digital T

1.10.4 Instalación eléctrica

1.10.4.1 Características de la red de alimentación

La red de alimentación al centro de transformación y distribución será subterránea a una tensión de 12/30 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red será de 600 MVA, proporcionado por la compañía.

1.10.4.2 Características de la aparamenta

Tensión asignada (kV) 50 Hz	36 kV
Ensayo de tensión a frecuencia industrial (50 Hz) 1 min	70 kV ef.
Ensayo de tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo 1,2/50 μ s	170 kV cresta
Unidad de aparamenta MT:	
Intensidad asignada	400 A
Intensidad asignada de corta duración admisible (1s)	16 kA ef.
Unidad transformador MT/BT	
Potencia (kVA)	630 kVA
Tensión primaria	30 kV
Tensión secundaria	420 V b2
Tensión de cortocircuito	4,5 %
Grupo de conexión	Dyn11
Unidad BT	
Tensión asignada	420 V
Intensidad asignada	1000 A
Intensidad asignada de las salidas	400 A
Prefabricado de hormigón	
clase de envolvente (UNE EN 61330/97)	10 K
grado de protección (UNE 20324/93)	IP23D
CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	
<p>Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco HEPRZ1, aislamiento 18/30 kV, de 50 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.</p> <p>Equipamiento de 3 conectores apantallados enchufables acodados 200 A.</p>	
CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.	
<p>Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm² Al para las fases y de 2x240 mm² Al para el neutro.</p>	
DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.	
<p>Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.</p>	
AISLADORES DE PASO CELDAS CAS 36 KV	

Son los pasatapas para la conexión de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior. Cumplen la norma UNESA 5205A y serán de tipo roscado M16 para las funciones de línea y enchufables para las de protección.

1.10.5 Puesta a tierra

1.10.5.1 Tierra de protección

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a causa de averías o efectos externos.

1.10.5.2 Tierra de servicio

Se conectarán a tierra los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida y el neutro del transformador

1.10.5.3 Tierra de interiores

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado. El cable que conectará a tierra todos los elementos irá sujeto a las paredes con bridas de sujeción y conexión. Se utilizará una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545, que se conectará con el anillo final.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo. El cable que conectará a tierra todos los elementos irá sujeto a las paredes con bridas de sujeción y conexión. Se utilizará una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545, que se conectará con el anillo final.

En la tapa de cada una de las cajas de seccionamiento debe estar indicado la entrada de tierra, la salida de tierra, si es de herrajes o de neutro y el valor de tierra medido.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección irán separadas por una distancia de al menos 1 metro.

ANEXOS

DISEÑO L.M.A.T. DE 30 kV PARA EL ABASTECIMIENTO DE UN POLÍGONO

ANEXO 1	33
2.1 CÁLCULO	33
2.1.1 Cálculo mecánico	33
2.1.2 Cálculo eléctrico	63
2.1.3 Cálculos del centro de transformación de caseta	70
ANEXO 2.....	73
2.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN LÍNEAS AÉREAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN	73
2.2.1 Objetivo	73
2.2.2 Organización de la seguridad en la obra.....	73
2.2.3 Riesgos de los trabajos	74
2.2.4 Medio de prevención y protección	74
2.2.5 Excavaciones	76
2.2.6 Armado de apoyos	77
2.2.7 Izado de apoyos	77
2.2.8 Hormigonado de apoyos.....	78
2.2.9 Tendido y amarre de conductores	78
2.2.10 Aplicación de las reglas para trabajos con corte de tensión.....	79
2.2.11 Manejo y utilización de herramientas	79
2.2.12 Distancias de seguridad y medidas preventivas	80
2.2.13 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	81
ANEXO 3.....	83
2.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN.....	83
2.3.1 Objetivo	83
2.3.2 Organización de la seguridad en la obra.....	83
2.3.3 Riesgos de los trabajos	84
2.3.4 Medios de prevención y protección.....	84
2.3.5 Material de seguridad	88
2.3.6 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	89
ANEXO 4.....	92
2.4 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	92
2.4.1 Objetivo	92
2.4.2 Organización de la seguridad en la obra.....	92
2.4.3 Riesgos de los trabajos	93
2.4.4 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	96
2.4.5 Formación del personal en prevención	97

ANEXO 1

2.1 Cálculo

2.1.1 Cálculo mecánico

2.1.1.1 EDS y cálculo de tensión mínima a 15º sin sobrecarga

Se puede calcular las flechas por vano a partir de la ecuación:

$$f = \frac{a^2 * p}{8 * T}$$

Donde se cumple que:

a = Longitud del vano en metros

p = Peso del conductor en daN/m

t = Tensión del conductor en daN

En este caso se partimos con los datos:

a = 200 m

p = 0.433 daN/m

f = 3.93 m

$$T = \frac{200^2 * 0.433}{8 * 3.93} = 550.89 \text{ daN}$$

La obtención del EDS se conseguirá con la siguiente expresión:

$$EDS (\%) = \frac{Tensión\ diaria}{Carga\ rotura} * 100$$

$$EDS (\%) = \frac{550.89}{4398} * 100 = 12,53 \%$$

Vano regulador	V.R.	Tramo	longitud	Parábola exacta	Parábola aproximada
1	100	1	100	1586	2000
2	188	2	202	2031,64	2000
		3	175		
		4	205		
		5	190		
		6	155		
		7	233		
		8	167		
		9	160		
		10	160		
3	194	11	200	2054,32	2000
		12	180		
		13	200		
4	199,24	14	110	2074,54	2000
		15	230		

EDS (%) < 15 %

El valor del EDS (%) queda por debajo del 15% de la tensión mecánica de los conductores a 15°C sin sobrecarga.

2.1.1.2 Parábola de distribución de apoyos

Las parábolas de distribución se obtienen en base a las tablas del conductor usado, en este caso el LA-110, aplicando la fórmula:

Longitud del vano regulador en metros = V.R.

$$V.R. = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

2.1.1.3 Vano máximo por separación entre conductores y determinación del tipo de armado

Para calcular el máximo vano permitido de separación entre los conductores, se necesitarán los siguientes datos:

D = separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

K = coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

K' = coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea.

L = longitud en metros de la cadena de suspensión.

D_{pp} = distancia mínima aérea especificada para prevenir una descarga disruptiva entre los conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, que se toma del apartado número 5.2.2. del reglamento de alta tensión.

Utilizando la fórmula:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' D_{pp}$$

Para los datos de nuestro caso de estudio:

$$L = 0$$

$$D_{pp} = 0.4$$

$$K' = 0.75$$

$$K = 0.6$$

Despejamos de la fórmula el término F , para obtener el valor de la flecha máxima, y lo aplicamos a cada uno de los tramos.

Una vez que se obtiene la flecha máxima para cada vano, se calcula el valor del vano máximo en cada tramo, apoyándose en la fórmula:

$$F = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^2}{2c}$$

Siendo:

c : valor de la parábola

x : valor de la longitud máxima de vano entre apoyos.

Vano	Tramo	longitud	Fmax	Vano regulador max	Cumple	Armado
1	1	100	8,801111111	236,2927187	SI	B2
2	2	202	8,801111111	267,4373899	SI	B2
	3	175				
	4	205				
	5	190				
	6	155				
	7	233				
	8	167				
	9	160				
	10	160				
3	11	200	8,801111111	268,9260016	SI	B2
	12	180				
	13	200				
4	14	110	8,801111111	270,2462362	SI	B2
	15	230				

2.1.1.4 Cruzamientos

En este proyecto tenemos un total de 3 cruzamientos.

El cruzamiento 1 es con la carretera comarcal CA-142, entre los apoyos 1 y 2

Para el caso de los cruzamientos con carreteras comarcales tanto el reglamento antiguo como el nuevo coinciden en que la distancia entre el apoyo y la carretera tiene que ser como mínimo de 25 metros.

El cruzamiento 2 es con una carretera autonómica municipal y el Arroyo Busteces, ente los apoyos 7 y 8.

Si tramos la parte referida al río, según la normativa existente y teniendo en cuenta el reglamento antiguo y el reglamento nuevo:

Reglamento nuevo: Debe existir 25 metros de distancia entre el apoyo y el río

Reglamento antiguo: la distancia entre el río y el apoyo tiene que ser igual o superior a 1,5 veces la altura del apoyo.

El cruzamiento 3 es con un río, el río Pisueña, entre los apoyos 15 y 16

Según la normativa existente y teniendo en cuenta el reglamento antiguo y el reglamento nuevo:

Reglamento nuevo: Debe existir 25 metros de distancia entre el apoyo y el río

Reglamento antiguo: la distancia entre el río y el apoyo tiene que ser igual o superior a 1,5 veces la altura del apoyo.

La medida más restrictiva es la aportada por el reglamento nuevo y será la que tomemos en cuenta.

2.1.1.5 Tipo de cadena

El tipo de cadena se calcula a través formulas siguiendo una metodología.

Primero se tomarán en metros los vanos anterior y posterior al apoyo con el que trabajamos y se aplica:

$$ae = \frac{\text{vano anterior} + \text{vano posterior}}{2}$$

Segundo, se establecen para la temperatura de -5°C los pesos unitarios del conductor en el estado inicial y en el estado final (daN /mm²)

$$pt_0 = \sqrt{\text{peso del conductor} + (\emptyset \text{ cable} * \text{peso viento})^2}$$

$$pt_0 = \sqrt{0.433 + (14 * 10^{-3} * 60)^2} = 0.945 \text{ daN/mm}^2$$

$$pt_1 = \sqrt{\text{peso del conductor} + \left(\emptyset \text{ cable} * \frac{\text{peso viento}}{2} \right)^2}$$

$$pt_1 = \sqrt{0.433 + (14 * 10^{-3} * 30)^2} = 0.60323 \text{ daN/mm}^2$$

Después, se aplica la ecuación de cambio de condiciones:

$$K = \frac{a^2 * E * w^2 * m_1^2}{24 * t_1^2}$$

$$A = E * \delta * (\theta_2 - \theta_1) + K$$

$$B = \frac{a^2 * E * w^2 * m_2^2}{24}$$

$$t_2^2 * (t_2 + A) = B$$

Donde:

Pt_0 = Peso unitario del conductor en el estado inicial en daN/m

Pt_1 = Peso unitario del conductor en el estado final en daN/m

Θ_1 = Temperatura del conductor en estado inicial en °C

Θ_2 = Temperatura del conductor en estado final en °C

E = Módulo de elasticidad del conductor en daN/mm²

δ = Coeficiente de dilatación lineal del conductor °C⁻¹

t_2 = Tensión del conductor en el estado final

Con esta formulación se obtendrá la tensión en el estado final de -5°C con la mitad de viento.

Se procede a calcular la fuerza que ejerce el conductor a $v/2$ mediante la fórmula:

$$F_{cond\ v/2} = \frac{a_1 + a_2}{2} * \frac{V}{2} * \phi_{conductor}$$

El gravivano para $V/2$ viene dado por:

$$ag_{v/2} = \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T}{pt_1} * \left(\frac{d_1}{a_1} + \frac{d_2}{a_2} \right)$$

Donde d_1 y d_2 son los desniveles

El peso del conductor será el peso del cable por el gravivano.

Con el peso del conductor, la fuerza de la cadena, la fuerza del conductor podemos calcular el ángulo de giro para cada cadena.

Se calcula el ángulo máximo permitido para una cadena de suspensión con la fórmula:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{\frac{\frac{a_1 + a_2}{2} * p}{2} + Vientocadena}{Tv + Pesocadena} \right)$$

Comparamos los ángulos obtenidos con el valor de ángulo máximo permitido y así podemos determinar si nos encontramos ante un caso de amarre o suspensión.

APOYO	TIPO DE APOYO	DESNIVEL ANTERIOR	DESNIVEL POSTERIOR	TIPO DE CADENA
Apoyo 1	PRINCIPIO DE LINEA			AMARRE
Apoyo 2	ÁNGULO	10	0	AMARRE
Apoyo 3	ALINEACIÓN	0	0	SUSPENSIÓN
Apoyo 4	ALINEACIÓN	0	-12	SUSPENSIÓN
Apoyo 5	ALINEACIÓN	12	-18	SUSPENSIÓN
Apoyo 6	ALINEACIÓN	18	10	SUSPENSIÓN
Apoyo 7	ALINEACIÓN	-10	-15	AMARRE
Apoyo 8	ALINEACIÓN	15	-6	SUSPENSIÓN
Apoyo 9	ALINEACIÓN	6	-2	SUSPENSIÓN
Apoyo 10	ALINEACIÓN	2	3	SUSPENSIÓN
Apoyo 11	ÁNGULO	-3	5	AMARRE
Apoyo 12	ALINEACIÓN	-5	-5	SUSPENSIÓN
Apoyo 13	ALINEACIÓN	5	-20	SUSPENSIÓN
Apoyo 14	ÁNGULO	20	5	AMARRE
Apoyo 15	ALINEACIÓN	-5	45	SUSPENSIÓN
Apoyo 16	FINAL DE LINEA			AMARRE

Apoyo	Peso conductor	F conductor	Peso cadena/2	F cadena/2	Gravivano	Ángulo de giro
Apoyo 2	114,9277184	63,42	5	7,15785	265,4219826	59,524
Apoyo 3	81,6205	79,17	5	7,15785	188,5	45,097
Apoyo 4	49,68901339	79,8	5	7,15785	114,7552272	32,167
Apoyo 5	65,5396375	82,95	5	7,15785	151,3617494	38,055
Apoyo 6	160,9180563	72,45	5	7,15785	371,635234	64,369
Apoyo 7	12,58916334	81,48	5	7,15785	29,07428022	11,225
Apoyo 8	102,2585394	84	5	7,15785	236,1629086	49,639
Apoyo 9	83,03483043	68,67	5	7,15785	191,766352	49,261
Apoyo 10	85,37196262	67,2	5	7,15785	197,163886	50,553
Apoyo 11	81,42130112	75,6	5	7,15785	188,0399564	46,241
Apoyo 12	52,89519769	79,8	5	7,15785	122,1598099	33,655
Apoyo 13	42,0729021	79,8	5	7,15785	97,16605566	28,428
Apoyo 14	140,4461544	65,1	5	7,15785	324,3560147	63,582
Apoyo 15	154,1422625	71,4	5	7,15785	355,9867494	63,728

2.1.1.6 Recalculo de vanos reguladores

Con el fin de realizar el cálculo mecánico de los apoyos, previamente se toman como vanos reguladores todos los vanos dónde exista amarre, es decir, en el caso de que

nos encontremos en suspensión el vano regulador será la media entre los vanos anterior y posterior.

Vano regulador	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud del vano	Longitud del vano regulador
1	1	2	100	100
2	2	3	202	202
3	3	4	175	203.5
4	4	5	205	182.5
5	5	6	190	180
6	6	7	155	155
7	7	8	233	233
8	8	9	167	196.5
9	9	10	160	163.5
10	10	11	160	160
11	11	12	200	200
12	12	13	180	200
13	13	14	200	200
14	14	15	110	110
15	15	16	230	230

2.1.1.7 Hipótesis de cálculo

Realizamos el cálculo mecánico dependiendo del tipo de apoyo que tengamos, y la zona en la que se encuentra nuestra línea. Los cálculos se realizan siguiendo las indicaciones especificadas en el Apdo. 3.5.3 de la ITC-LAT 07. En él se especifican las hipótesis de cálculo que han de cumplir cada uno de los apoyos siendo en nuestro caso una hipótesis de viento, una hipótesis de desequilibrio de tracciones y una hipótesis de rotura de conductores.

2.1.1.7.1 Apoyos de alineación

En nuestra línea los apoyos que cumplen alineación suspensión son:

Apoyo 3

Apoyo 4

Apoyo 5

Apoyo 6

Apoyo 8

Apoyo 9

Apoyo 10

Apoyo 12

Apoyo 13

Apoyo 15

Un resumen para zona A de los cálculos que realizaremos sería:

Cargas	1º hipótesis (Viento)	3º hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4º hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$
T (Transversal)	$n \cdot F_t$	0	0
L (Longitudinal)	0	$n \cdot (\% \text{ des}) \cdot T_v$	$(\% \text{ rot}) \cdot T_v$

Siendo:

n = número de subconductores del haz

T_v = tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h (1ª, 2ª y 3ª categoría)

q =presión de viento reglamentaria sobre los conductores

$\% \text{ des}$ = coeficiente de desequilibrio para apoyos de alineación

$\% \text{ rot}$ = coeficiente de rotura para apoyos de alineación en % de la tensión del cable roto

$$P_{\text{cond}} = n \cdot p_p \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + \left(\pm \frac{T_{v1} \cdot d_1}{p \cdot a_1} \pm \frac{T_{v2} \cdot d_2}{p \cdot a_2} \right) \right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

n = número de fases

p_p = peso propio del conductor (daN/m)

$p_v = P_v \cdot d \cdot 10^{-3}$, siendo P_v 60 daN/m² para cables con $d \leq 16$ mm

$$p = \text{peso aparente} = \sqrt{p_p^2 + p_v^2}$$

a_1 y a_2 = vanos anterior y posterior al apoyo (m)

d_1 y d_2 = desniveles

T_{v1} y T_{v2} = Tensiones horizontales en el conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h

En la primera hipótesis se aplica:

$$F_T = n * \frac{a_1 + a_2}{2} * p_v \quad (\text{daN})$$

Siendo:

n = número de fases

a_1 y a_2 = vanos anterior y posterior al apoyo (m)

$p_v = P_v * d * 10^{-3}$, siendo P_v 60 daN/m² para cables con $d \leq 16$ mm

2.1.1.7.2 Apoyos de alineación con anclaje

En nuestra línea el apoyo que cumplen alineación con anclaje es:

Apoyo 7

Un resumen para zona A de los cálculos que realizaremos sería:

Cargas	1º hipótesis (Viento)	3º hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4º hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$
T (Transversal)	$n * F_t$	0	0
L (Longitudinal)	0	$n * (\% \text{ des}) * T_{v1}$	$(\% \text{ rot}) * T_{v1}$

Siendo:

n = número de subconductores del haz

T_{v1} = tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h (1ª, 2ª y 3ª categoría)

q = presión de viento reglamentaria sobre los conductores

%des = coeficiente de desequilibrio para apoyos de alineación

%rot = coeficiente de rotura para apoyos de alineación en % de la tensión del cable roto

$$P_{cond} = n \cdot p_p \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + \left(\pm \frac{T_{v1} \cdot d_1}{p \cdot a_1} \pm \frac{T_{v2} \cdot d_2}{p \cdot a_2} \right) \right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

n = número de fases

p_p = peso propio del conductor (daN/m)

$p_v = P_v \cdot d \cdot 10^{-3}$, siendo P_v 60 daN/m² para cables con $d \leq 16$ mm

$$p = \text{peso aparente} = \sqrt{p_p^2 + p_v^2}$$

a_1 y a_2 = vanos anterior y posterior al apoyo (m)

d_1 y d_2 = desniveles

T_{v1} y T_{v2} = Tensiones horizontales en el conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h

En la primera hipótesis se aplica:

$$F_T = q \cdot d \cdot 10^{-3} \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

q = presión de viento reglamentaria sobre los conductores

d = diámetro del conductor

En la cuarta hipótesis se aplica:

Las cargas longitudinales por rotura de conductores

$M_T = T_{max} \cdot \text{brazo}$, siendo T_{max} : T_{-5+v} para la zona A

2.1.1.7.3 Apoyos en ángulo

En nuestra línea los apoyos que son en ángulo:

Apoyo 2

Apoyo 11

Apoyo 14

Un resumen para zona A de los cálculos que realizaremos sería:

Cargas	1º hipótesis (Viento)	3º hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4º hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$
T (Transversal)	$n * (F_t * R_{\text{ángulo}})$	$n * (2 - \% \text{ des}) * T_v * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	$[n * T_{v1} + (n - 1) * T_{v2}] * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
L (Longitudinal)	0	$n * (\% \text{ des}) * T_v * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	$(\% \text{ rot}) * T_v$

Siendo:

n = número de subconductores del haz

T_{v1} = tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h
(1ª, 2ª y 3ª categoría)

T_{v2} = tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h
(1ª, 2ª y 3ª categoría)

$\% \text{ des}$ = coeficiente de desequilibrio para apoyos de alineación

$$P_{\text{cond}} = n * p_p * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + \left(\pm \frac{T_{v1} * d_1}{p * a_1} \pm \frac{T_{v2} * d_2}{p * a_2} \right) \right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

n = número de fases

p_p = peso propio del conductor (daN/m)

$p_v = P_v * d * 10^{-3}$, siendo P_v 60 daN/m² para cables con $d \leq 16$ mm

$$p = \text{peso aparente} = \sqrt{p_p^2 + p_v^2}$$

a_1 y a_2 = vanos anterior y posterior al apoyo (m)

d_1 y d_2 = desniveles

T_{v1} y T_{v2} = Tensiones horizontales en el conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h

En la primera hipótesis se aplica:

$$F_T = q \cdot d \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

q =presión de viento reglamentaria sobre los conductores

d = diámetro del conductor

α = ángulo que forma la línea

$$R_{\text{ángulo}} = 2 \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Siendo:

T_v =Tensión horizontales en el conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h

α = ángulo que forma la línea

2.1.1.7.4 Apoyos principio y final de línea

En nuestra línea los apoyos son:

Apoyo 1

Apoyo 16

Un resumen para zona A de los cálculos que realizaremos sería:

Cargas	1º hipótesis (Viento)	3º hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4º hipótesis (Rotura de conductores)
V (Vertical)	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$	No aplica	$P_{\text{cond}} + P_{\text{cadena}} + P_{\text{herrajes}}$
T (Transversal)	$n \cdot F_t$	No aplica	0
L (Longitudinal)	$n \cdot T_v$	No aplica	$n \cdot T_v$

Siendo:

n = número de subconductores del haz

T_v = tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h
(1ª, 2ª y 3ª categoría)

$$P_{cond} = n \cdot p_p \cdot \left(\frac{a_1}{2} + \left(\pm \frac{T_{v1} \cdot d_1}{p \cdot a_1} \right) \right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

n = número de fases

p_p = peso propio del conductor (daN/m)

$p_v = P_v \cdot d \cdot 10^{-3}$, siendo P_v 60 daN/m² para cables con $d \leq 16$ mm

$$p = \text{peso aparente} = \sqrt{p_p^2 + p_v^2}$$

a_1 = vanos anterior y posterior al apoyo (m)

d_1 = desniveles

T_{v1} = Tensiones horizontales en el conductor a -5°C con viento reglamentario, 120 km/h

En la primera hipótesis se aplica:

$$F_T = q \cdot d \cdot 10^{-3} \cdot \frac{a_1}{2} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

q = presión de viento reglamentaria sobre los conductores

d = diámetro del conductor

En la cuarta hipótesis se aplica:

Para las cargas verticales en zona A

$$P_{COND} = (n-1) \cdot (p_p + P_v) \cdot a_{gv}$$

Las cargas transversales no se consideran

En las cargas longitudinales se considera la rotura de un solo conductor, esto provoca sobre el apoyo un momento de torsión que viene dado por:

$$M_T = T_{max} \cdot \text{brazo}$$

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
1	Principio de línea	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		165,489	164,463	3000	0	0	0	95,882	0	2000
APOYO UTILIZADO		C – 4500 – 12 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
2	Ángulo	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		592,581	7535,564	0	592,581	5499,398	198,557	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 7000 -14 -B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
3	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		512,861	620,026	0	512,861	0	313,263	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 14 – B2								
APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
4	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		473,569	624,96	0	473,569	0	339,799	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 14 – B2								
APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
5	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		499,048	649.629	0	499,048	0	339,799	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 -14 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
6	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		604,275	567,397	0	604,275	0	339,802	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 -14 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
7	Alineación Anclaje	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		314,277	618,861	0	314,277	0	1627,179	298,851	0	2169,5720
APOYO UTILIZADO		C - 3000 - 20 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
8	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		547,844	657,852	0	547,844	0	339,823	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 14 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
9	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		496,893	537,794	0	496,893	0	338,823	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 14 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
10	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		497,857	526,282	0	497,857	0	339.823	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 14 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
11	Ángulo	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		531,059	8327,017	0	531,059	5890,834	110,234	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 9000 – 14 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
12	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		477,469	624,96	0	477.469	0	341,243	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 14 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
13	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		463,712	624.96	0	463,712	0	341,243	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 16 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
14	Ángulo	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		715,499	8247,242	0	715,499	5818.483	139.758	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 9000 – 16 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
15	Alineación Suspensión	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		595,496	559,174	0	595,496	0	342,526	0	0	0
APOYO UTILIZADO		C – 1000 – 16 – B2								

APOYO		1ª HIPÓTESIS			2º HIPÓTESIS			3º HIPÓTESIS		
16	Final de Línea	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales	Fuerzas Verticales	Fuerzas Transversales	Fuerzas Longitudinales
		93,318	378,265	3280,239	0	0	0	45,572	0	2186.826
APOYO UTILIZADO		C – 4500 – 12 – B2								

2.1.1.8 Tabla de tendido

Se puede calcular la tabla de tendido obteniendo los vanos reguladores, interpolando para obtener el tense y con ese valor utilizar la fórmula de la flecha

$$f = \frac{a^2 * p}{8 * T}$$

En cada vano se calculará la flecha para las temperaturas de 10, 20, 25 y 30 grados centígrados, respectivamente.

El vano regulador 1 es de 100m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	599	509	471	439
Flecha (m)	0,9	1,06	1,15	1,23

El vano regulador 2 es de 202m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,379	530,858	512,954	495,527
Flecha (m)	3,85	4,16	4,31	4,46

El vano regulador 3 es de 175m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,379	530,858	512,954	495,527
Flecha (m)	2,89	3,12	3,23	3,35

El vano regulador 4 es de 205m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,379	530,859	512,955	495,527
Flecha (m)	3,97	4,29	4,43	4,59

El vano regulador 5 es de 190m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,379	530,858	512,955	495,527
Flecha (m)	3,41	3,68	3,81	3,94

El vano regulador 6 es de 155m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,379	530,858	512,955	495,527
Flecha (m)	2,27	2,45	2,54	2,62

El vano regulador 7 es de 233m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,362	530,874	512,984	495,567
Flecha (m)	5,12	5,54	5,73	5,93

El vano regulador 8 es de 167m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,362	530,874	512,984	495,566
Flecha (m)	2,63	2,84	2,94	3,05

El vano regulador 9 es de 160m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,362	530,874	512,984	495,567
Flecha (m)	2,42	2,61	2,70	2,79

El vano regulador 10 es de 160m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	573,362	530,874	512,984	495,567
Flecha (m)	2,42	2,61	2,70	2,79

El vano regulador 11 es de 200m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	572,197	531,922	514,965	498,246
Flecha (m)	3,78	4,07	4,20	4,35

El vano regulador 12 es de 180m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	572,197	531,922	514,965	498,246
Flecha (m)	3,06	3,30	3,41	3,52

El vano regulador 13 es de 200m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	572,197	531,922	514,965	498,246
Flecha (m)	3,78	4,07	4,20	4,35

El vano regulador 14 es de 110m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	571,150	532,865	516,744	500,654
Flecha (m)	1,15	1,23	1,27	1,31

El vano regulador 15 es de 230m

	10°C	20°C	25°C	30°C
T (daN)	571,150	532,865	516,744	500,654
Flecha (m)	5,01	5,37	5,54	5,72

2.1.1.9 Comprobación de cimentaciones por Sulzberger

Para la comprobación de la cimentación se realiza una serie de cálculos.

Se necesita calcular el momento resistente al vuelco y el momento de vuelco y comparar sus valores de forma que se cumpla:

$$\frac{M_r}{M_v} \geq 1,5$$

Esfuerzo del viento sobre el apoyo en kg

$$E_{sv} = 160 \cdot (1-n) + 80 \cdot (1-n)$$

Siendo n un coeficiente de opacidad

Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento en metros

$$Hv = \frac{H}{3} * \frac{(a + 2 * d_2)}{(a + d_2)}$$

Siendo

H= altura total del soporte en metros

d₂ = anchura del apoyo en la cogolla en metros

a = anchura de la cimentación en metros

Momento de vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en kg*m

$$Ms = Esv * Hv$$

Momento de vuelco

$$Mv = F * \left(h + \frac{2}{3} * t \right) + Ms$$

Siendo:

F= esfuerzo nominal del apoyo en kg

h= altura de aplicación del esfuerzo nominal

t= profundidad de la cimentación en metros

Momento debido al empotramiento lateral del terreno en kg*m

$$M_1 = 139 * k * a * t^4$$

Siendo:

k= coeficiente de compresibilidad del terreno a 2m de profundidad
(kg/cm²*cm)

a = anchura de la cimentación en metros

t = profundidad de la cimentación en metros

Momento debido a las cargas verticales en kg*m

$$M_2 = 880 * a^3 * t + 0,4 * p * a$$

Siendo

p= peso de la torre y herrajes en kg

Momento resistente al vuelco

$$M_r = M_1 + M_2$$

Se debe cumplir:

$$\frac{M_r}{M_v} \geq 1,5$$

APOYO 1 / APOYO 16	
Tipo	C-4500-12-B2
M_s	989,485
M_v	33939,486
M_1	58346,848
M_2	4444,125
M_r	62790,973
M_r/M_v	1,85
CUMPLE/NO CUMPLE	CUMPLE

APOYO 2	
Tipo	C-7000-14-B2
M_s	1085,333
M_v	94275,141
M_1	27377,0.27
M_2	9352,437
M_r	367290464
M_r/M_v	0,389
CUMPLE/NO CUMPLE	NO CUMPLE

Como el apoyo C-7000-14-B2 no cumple la condición $M_r/M_v > 1,5$ se cambia el apoyo a C-9000-14-B2

APOYO 2	
Tipo	C-9000-14-B2
M_s	1085,333
M_v	99298,851
M_1	166941,715
M_2	14195,387
M_r	181137,102
M_r/M_v	1,824
CUMPLE/NO CUMPLE	CUMPLE

APOYO 3 / APOYO 4 / APOYO 5 / APOYO 6 / APOYO 8 / APOYO 9 / APOYO 10 / APOYO 12	
Tipo	C-1000-14-B2
M_s	1157,091
M_v	9372,436
M_1	14217,710
M_2	2492,590
M_r	16710,3

M_r/M_v	1,783
CUMPLE/NO CUMPLE	CUMPLE

APOYO 7	
Tipo	C- 3000-20-B2
M_s	1570,357
M_v	42925,958
M_1	71218,944
M_2	6440,112
M_r	77659,056
M_r/M_v	1,809
CUMPLE/NO CUMPLE	CUMPLE

APOYO 11	
Tipo	C-7000-14-B2
M_s	1085,333
M_v	94275,141
M_1	27377,0.27
M_2	9352,437
M_r	367290464
M_r/M_v	0,389
CUMPLE/NO CUMPLE	NO CUMPLE

Como el apoyo C-7000-14-B2 no cumple la condición $M_r/M_v > 1,5$ se cambia el apoyo a C-9000-14-B2

APOYO 11	
Tipo	C-9000-14-B2
M_s	1085,333
M_v	99298,851
M_1	166941,715
M_2	14195,387
M_r	181137,102
M_r/M_v	1,824
CUMPLE/NO CUMPLE	CUMPLE

APOYO 13 / APOYO 15	
Tipo	C-1000-16-B2
M_s	1293,942
M_v	10814,167
M_1	17414,128
M_2	3261,375
M_r	20675,503
M_r/M_v	1,91
CUMPLE/NO CUMPLE	CUMPLE

APOYO 14	
Tipo	C-9000-16-B2
M_s	1211,787
M_v	125195,33
M_1	186020,768
M_2	19351,897
M_r	205372,665
M_r/M_v	1,64
CUMPLE/NO CUMPLE	CUMPLE

Los apoyos que se usarán en nuestra línea serán:

Apoyo	Tipo
1	C-4500-12-B2
2	C-9000-14-B2
3	C-1000-14-B2
4	C-1000-14-B2
5	C-1000-14-B2
6	C-1000-14-B2
7	C-3000 -20-B2
8	C-1000-14-B2
9	C-1000-14-B2
10	C-1000-14-B2
11	C-9000-14-B2
12	C-1000-14-B2
13	C-1000-16-B2
14	C-9000-16-B2
15	C-1000-16-B2
16	C-4500-12-B2

2.1.1.10 Tipo de apoyos y su frecuencia.

En un comienzo se realizan los cálculos para los apoyos con calzado y los dos pies en el terreno.

Se mide la resistencia del sistema de puesta a tierra en el apoyo a trabajar. $R_m(W)$

Se calcula el valor de la intensidad de defecto a tierra existente en la instalación.

$$I_{1F'} = \frac{1.1 * U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{X_{LTH}^2 + R_t^2}}$$

Para nuestro caso tenemos:

$$U_n = 30 \text{ kV}$$

$$X_{LTH} = 5,7 \text{ ohmios}$$

$$R_t = 45,2 \text{ ohmios}$$

Lo que nos da un valor de la intensidad de defecto a tierra de $I_{1F'} = 418,204 \text{ A}$

Se calcula la tensión de contacto admisible en la instalación.

$$U_{p'1} = K_{p1} * \rho * I_{1F'}$$

Siendo:

$$K_{p1} = 0,023 * \frac{V}{A * (ohmios * m)}$$

$$\rho = 400 \text{ ohmio}$$

$$U_{p'1} = 3847,48 \text{ V}$$

Se calcula la tensión aplicada a una persona.

$$U_{p'a1} = \frac{U_{p'1}}{1 + \frac{2 * Ra_1 + 6\rho_s}{Z_b}}$$

Utilizando de valores

$$Ra_1 = 2000 \text{ ohmios}$$

$$\rho_s = 400 \text{ ohmios}$$

Z_b = valor de la resistencia de una persona, tomaremos un valor de 1000 ohmios

$$U_{p'1} = 3847,48 \text{ V}$$

Obtenemos una tensión aplicada a una persona de $U_{p'a1} = 519,93 \text{ V}$

Basándose en la tabla que aparece en documento de líneas de alta tensión aéreas de hasta 36kV de EON

Duración de la corriente de falta (seg)	Tensión de contacto aplicada Admisible (V)
0,05	735
0,1	633
0,15	528
0,2	420

Para nuestra tensión de 518,93 V el tiempo de corriente de falta será de 0.146 seg

Calculamos la tensión de contacto máxima admisible

$$U_{\max adm} = U_{p'a1} * \left(1 + \frac{\frac{Ra_1}{2} + Ra_2}{Z_b} \right)$$

Siendo:

Ra1 = resistencia del calzado, suponiendo un calzado aislante, se puede tomar como valor 2000 ohmios

Ra2 = resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno.

Zb= valor de la resistencia de una persona, tomaremos un valor de 1000 ohmios

$$U_{p'a1} = 519,93 \text{ V}$$

Se obtiene un $U_{\max adm} = 1349,218 \text{ V}$

Se calcula la tensión de paso admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas.

$$\frac{\rho_s}{I_{1Ft}} = 0,956$$

$$U_{pas adm} = 10 * \frac{k}{t^n}$$

Por encontrarse $\frac{\rho_s}{I_{1Ft}}$ entre valores de 0.9 a 3 según la tabla del reglamento de media tensión tomamos un valor de k=78,5. El valor de t será de 0,956 y el valor de n vendrá determinado por el tipo de línea (0,18)

$$U_{pas adm} = 791,384 \text{ V}$$

Se cumple:

$$U_{p'a1} = 519,93 \text{ V} < U_{pas adm} = 791,384 \text{ V}$$

Después de haber analizado los apoyos frecuentados con calzado y los dos pies en el terreno, se analizarán los apoyos frecuentado con un pie en el terreno.

Se calcula la tensión de contacto admisible en la instalación.

$$U_{p'2} = K_{p2} * \rho * I_{2F}$$

Siendo:

$$K_{p2} = 0,065 * \frac{V}{A * (ohmios * m)}$$

$$\rho = 400 \text{ ohmio}$$

$$I_{2F'} = 418,204 \text{ A}$$

$$U_{p'2} = 10873,304 \text{ V}$$

Se calcula la tensión aplicada a una persona.

$$U_{p'a2} = 719,49 \text{ V}$$

Se cumple que la tensión de paso admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas es $U_{pas adm} = 791,384 \text{ V}$

Se verifica entonces:

$$U_{p'a2} = 719,49 \text{ V} < U_{pas adm} = 791,384 \text{ V}$$

2.1.2 Cálculo eléctrico

2.1.2.1 Cálculo eléctrico de la línea aérea

2.1.2.1.1 Cálculo por densidad máxima de corriente

La densidad máxima admisible de un conductor para corriente alterna y una frecuencia de 50Hz, en régimen permanente, se calcula apoyándose en el ITC-07 del T.L.A.T , en el apartado 4.2 , en la tabla 11 .

La sección de nuestro conductor LA-110 es de 116,2 mm² , con este valor entramos en la tabla e interpolamos para calcular la densidad de corriente máxima admisible en función de un valor K. Este valor K es un coeficiente de corrección a aplicar según la forma del conductor.

$$J_{max.adm} = 3,028 \text{ A/mm}^2 * K$$

Para el caso de nuestro conductor LA-110 tomamos 30+7 que le corresponde una K=0.9

$$J_{max.adm} = 3,028 * 0,9 = 2,725 \text{ A/mm}^2$$

2.1.2.1.2 Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible será:

$$I_{max} = \text{Sección} * J_{max.adm} = 116,2 \text{ mm}^2 * 2,725 \text{ A/mm}^2 = 317,24 \text{ A}$$

2.1.2.1.3 Intensidad de cortocircuito

Se calcula la intensidad de cortocircuito.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U * \sqrt{3}}$$

Siendo:

U= Tensión de la red en kV (30 kV)

S_{cc}= Potencia de cortocircuito en kVA (600 kVA)

Obtenemos un valor de intensidad de cortocircuito de 11,547kA.

La compañía eléctrica nos proporciona los datos de la potencia de cortocircuito y el valor de intensidad de cortocircuito que no se debe de sobrepasar.

S_{cc}= 600 kVA

I_{ccmax}= 31,56 kA

2.1.2.1.4 Caída de tensión y potencia de la línea

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima de 317,24 A

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi$$

$$P = \sqrt{3} * 30 * 317,24 * 0,9 = 14835,846 \text{ kW}$$

Se calcula la caída de tensión por resistencia y por reactancia de la línea.

$$U = \sqrt{3} * I * L * (R \cos(\varphi) + X \sin(\varphi))$$

Siendo:

U = Caída de tensión compuesta, V

I = Intensidad de la línea, A

X= Reactancia por fase en ohm/km

R= Resistencia por fase en ohm/km

φ = Ángulo de desfase

L = Longitud de la línea en kilómetros

X=0,307 Ω/km

R=0,389 Ω/km

φ = 25,842

L= 2,67 km

Teniendo en cuenta:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

Siendo:

P= Potencia transportada en kW

U = Caída de tensión compuesta en V

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U \% = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2 \cdot \cos \varphi} * (R \cos(\varphi) + X \sin(\varphi))$$

$$\Delta U \% = \frac{14835,846 \cdot 2,67}{10 \cdot 30^2 \cdot 0,9} * (0,389 \cdot 0,9 + 0,307 \cdot 0,436)$$

$$\Delta U \% = 2,366\%$$

2.1.2.1.5 Pérdida de potencia activa de la línea

La pérdida de potencia en la línea será:

$$\Delta P = \frac{R \cdot L \cdot P}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

$$\Delta P = \frac{0,389 \cdot 2,67 \cdot 14835,846}{10 \cdot 30^2 \cdot 0,9^2}$$

$$\Delta P \% = 2.11\%$$

2.1.2.2 Cálculo eléctrico del tramo de línea subterránea de M.T

2.1.2.2.1 Resistencia del conductor

La resistencia de un conductor por unidad de longitud, despreciando el efecto pelicular cumple:

$$R_{\theta} = R_{20} * [1 + \alpha * (\theta - 20)]$$

Siendo

R_{θ} = Resistencia del conductor por unidad de longitud, en C.A. a la temperatura de θ °C, en Ω/km

R_{20} = Resistencia del conductor, en C.C. a la temperatura de 20 °C, en Ω/km

α = Coeficiente de variación de la resistividad a 20 °C en función de la temperatura, en $^{\circ}\text{C}^{-1}$

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura de trabajo, en °C

Calculamos el valor de la resistencia para un valor de 90°C ya que es la máxima temperatura admisible para el conductor.

Conductor	Sección nominal (mm²)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RHZ1 26/45 kV 1x150	150	0,206	0,264
RHZ1 26/45 kV 1x240	240	0,125	0,160
RHZ1 26/45 1x 400	400	0,078	0,100

2.1.2.2.2 Reactancia del conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calculará:

$$X = 2 * \pi * f * \left(K + 4,605 * \log \frac{2 * D_m}{d} \right) * 10^{-4}$$

Siendo:

X = Reactancia en Ω/km

f = Frecuencia de la red en Hz

D_m = Separación media geométrica entre conductores en mm

d = Diámetro del conductor en mm

K = constante. 0,64 para conductores con 15 alambres cableados, y

0,55 para conductores con 30 alambres cableados

Conductor	Reactancia inductiva (Ω/km)
RHZ1 26/45 kV 1x150	0,126
RHZ1 26/45 kV 1x240	0,116
RHZ1 26/45 kV 1x400	0,106

2.1.2.2.3 Capacidad

La capacidad será:

$$C = \frac{0,0241 * \epsilon}{\log \left(\frac{D}{d} \right)}$$

Siendo:

D = diámetro del aislante en mm

d = diámetro del conductor en mm

$$\epsilon = 2,4$$

Conductor	Capacidad (μF/km)
RHZ1 26/45 kV 1x150	0,208
RHZ1 26/45 kV 1x240	0,246
RHZ1 26/45 kV 1x400	0,346

2.1.2.2.4 Intensidad máxima admisible

Conductor	Intensidad máxima admisible	
	Instalación enterrada (A)	Instalación bajo tubo (A)
RHZ1 26/45 kV 1x150	295	270
RHZ1 26/45 kV 1x240	389	360
RHZ1 26/45 kV 1x400	505	465

2.1.2.2.5 Potencia máxima

La potencia máxima que se podrá asignar a la línea será:

$$P_{max} = I_{max} * \sqrt{3} * U * \cos\varphi$$

$$P_{max1} = 270 * \sqrt{3} * 30 * 0,8$$

$$P_{max2} = 360 * \sqrt{3} * 30 * 0,8$$

$$P_{max3} = 465 * \sqrt{3} * 30 * 0,8$$

Conductor	Potencia máxima (kW) Cosφ = 0,8
RHZ1 26/45 kV 1x150	11223
RHZ1 26/45 kV 1x240	14964
RHZ1 26/45 kV 1x400	19329

2.1.2.2.6 Intensidad de cortocircuito

Se calcula la intensidad de cortocircuito.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U * \sqrt{3}}$$

Siendo:

U= Tensión de la red en kV (30 kV)

S_{cc}= Potencia de cortocircuito en kVA (600 kVA)

Obtenemos un valor de intensidad de cortocircuito de 11,547kA.

La intensidad de cortocircuito admisible en un conductor de sección del conductor de 240 mm² con una duración de cortocircuito de 1 segundo es de 22,7 kA.

2.1.2.2.7 Caída de tensión y potencia de la línea

La potencia que puede transportar la línea será:

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi$$

$$P = \sqrt{3} * 30 * 360 * \cos(36,86) = 14966,857 \text{ kW}$$

Se calcula la caída de tensión por resistencia y por reactancia de la línea.

$$U = \sqrt{3} * I * L * (R \cos(\varphi) + X \sin(\varphi))$$

Siendo:

U = Caída de tensión compuesta, V

I = Intensidad de la línea, A

X= Reactancia por fase en ohm/km

R= Resistencia por fase en ohm/km

φ = Ángulo de desfase

L = Longitud de la línea en kilómetros

X=0,116 Ω /km

R=0,125 Ω /km

φ = 36,86

Teniendo en cuenta:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

Siendo:

P= Potencia que puede transportar en kW

U = Caída de tensión compuesta en V

Para el valor de L= 0,454 km

La caída de tensión máxima en tanto por cierto de la tensión compuesta será:

$$\Delta U \% = \frac{P * L}{10 * U^2 * \cos\varphi} * (R \cos(\varphi) + X \sin(\varphi))$$

$$\Delta U \% = \frac{14966,857 * 0,454}{10 * 30^2 * \cos(36,86)} * (0,125 * 0,8 + 0,116 * 0,6)$$

$$\Delta U \% = 0,16\%$$

Para una potencia de 5000 kW demandada por el polígono, la caída de tensión sería:

$$\Delta U \% = \frac{5000 * 0,454}{10 * 30^2 * \cos (36,86)} * (0,125 * 0,8 + 0,116 * 0,6)$$

$$\Delta U \% = 0.053 \%$$

Para el valor de L= 0,614 km

La caída de tensión máxima en tanto por cierto de la tensión compuesta será:

$$\Delta U \% = \frac{P * L}{10 * U^2 * \cos \varphi} * (R \cos(\varphi) + X \operatorname{sen}(\varphi))$$

$$\Delta U \% = \frac{14966,857 * 0,614}{10 * 30^2 * \cos (36,86)} * (0,125 * 0,8 + 0,116 * 0,6)$$

$$\Delta U \% = 0,21\%$$

Para una potencia de 5000 kW demandada por el polígono, la caída de tensión sería:

$$\Delta U \% = \frac{5000 * 0,614}{10 * 30^2 * \cos (36,86)} * (0,125 * 0,8 + 0,116 * 0,6)$$

$$\Delta U \% = 0.072\%$$

Para el valor de L= 0,909 km

La caída de tensión máxima en tanto por cierto de la tensión compuesta será:

$$\Delta U \% = \frac{P * L}{10 * U^2 * \cos \varphi} * (R \cos(\varphi) + X \operatorname{sen}(\varphi))$$

$$\Delta U \% = \frac{14966,857 * 0,909}{10 * 30^2 * \cos (36,86)} * (0,125 * 0,8 + 0,116 * 0,6)$$

$$\Delta U \% = 0,32\%$$

Para una potencia de 5000 kW demandada por el polígono, la caída de tensión sería:

$$\Delta U \% = \frac{5000 * 0,909}{10 * 30^2 * \cos (36,86)} * (0,125 * 0,8 + 0,116 * 0,6)$$

$$\Delta U \% = 0.1\%$$

2.1.2.2.8 Pérdidas de potencia activa de la línea

La pérdida de potencia activa máxima en la línea será:

$$\Delta P = \frac{R * L * P}{10 * U^2 * \cos^2 \varphi}$$

Para el valor de L= 0,454 km

$$\Delta P = 0.147\%$$

Para el valor de L= 0,614 km

$$\Delta P = 0.199\%$$

Para el valor de L= 0,909 km

$$\Delta P = 0.3 \%$$

Para una potencia de 5000 kW demandada por el polígono, la pérdida de potencia activa.

$$\Delta P = \frac{R * L * P}{10 * U^2 * \cos^2 \varphi} = 0,049 \%$$

2.1.3 Cálculos del centro de transformación de caseta

2.1.3.1 Intensidades en el lado de alta y baja

Siendo la potencia de 630 kVA y la tensión de 30 kV

La intensidad en el lado de alta será:

$$I = \frac{S}{U * \sqrt{3}} = \frac{630}{30 * \sqrt{3}} = 12,124 A$$

La intensidad en el lado de baja será:

$$I = \frac{S}{U * \sqrt{3}} = \frac{630}{0,420 * \sqrt{3}} = 866,025 A$$

2.1.3.2 Intensidad de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito en el lado de alta será:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{V * \sqrt{3}}$$

Siendo:

$$V=30 \text{ kV}$$

$$S_{cc}= \text{Potencia de cortocircuito en kVA (600 kVA)}$$

$$I_{cc} = \frac{600}{30 * \sqrt{3}} = 11,547 \text{ kA}$$

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja será:

$$I_{cc} = \frac{S}{V_{cc} * V * \sqrt{3}}$$

Siendo:

$$V=420\text{V}$$

$$V_{cc}= 6 \% \text{ Valor suministrado por el fabricante}$$

$$S=630 \text{ kVA}$$

$$I_{cc} = 14,43 \text{ kA}$$

ANEXO 2

2.2 Estudio de seguridad y salud para trabajos en líneas aéreas de alta y media tensión

2.2.1 Objetivo

Este documento recoge los medios de prevención y protección que deben aplicar las Empresas Contratistas cuando realicen trabajos en líneas aéreas de alta y media tensión

2.2.2 Organización de la seguridad en la obra

2.2.2.1. Definiciones

2.2.2.1.1 Jefe de los trabajos

Es la persona, que presente en un trabajo, los dirige por designación o delegación del Responsable en la obra por parte del Contratista.

2.2.2.1.2 Zona protegida

Es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocados entre los puntos de corte, sea en la proximidad de los mismos o no.

No puede ser considerada como una zona de trabajo.

2.2.2.1.3 Zona de trabajo

Es la zona definida y señalizada por el Jefe de los trabajos de la empresa contratista y asignada por él al personal a su mando. Normalmente queda definida por las puestas a tierra de trabajo.

2.2.2.2 Reuniones de seguridad

Se realizará una reunión de lanzamiento antes del inicio de los trabajos donde quedarán definidas todos los términos referidos con la prevención de accidentes.

El Jefe de los trabajos deberá realizar para la creación de la zona de trabajo:

Se debe verificar la ausencia de tensión en todas las partes conductoras que afecten a la zona

En caso de que no se puedan cumplir las distancias de seguridad se comprobará que existe un apantallamiento.

Una vez comprobada la ausencia de tensión, en ambos lados de las fases que entren en el lugar de los trabajos deberá haber puesta a tierra y en cortocircuito.

El Jefe de los trabajos deberá comprobar para verificar la zona protegida:

Todas las posibles fuentes de tensión deben tener apertura con corte efectivo.

Bloqueo y señalización de los mandos de los aparatos de corete

Se debe verificar la usencia de tensión.

Debe existir un sistema de puestas a tierra y cortocircuito que delimiten la zona protegida

Se deberá señalizar visualmente y se deberá de colocar una delimitación física. Se deberán de cumplir las distancias mínimas respecto a los elementos de tensión. Se colocarán pancartas, cintas delimitadoras, gálíbos o cuerdas.

Se deberá señalizar para dejar definida la zona de acopio de material.

Será recomendable la celebración de más reuniones a lo largo de los trabajos para poder hacer un seguimiento de la seguridad y para la discusión de los pasos a seguir.

2.2.3 Riesgos de los trabajos

Las líneas aéreas representas una serie de riesgos laborales:

Caídas de personal, donde podemos tener 2 clases, al mismo nivel o a distinto nivel.

Caída de objetos de diferente naturaleza

Desprendimientos, desplomes o derrumbes.

Atrapamientos de miembros en maquinaria.

Cortes o desgarrros de musculatura

Riesgos de carácter eléctrico como choque eléctrico por contacto con elementos en tensión, quemaduras por choque eléctrico o por arco eléctrico.

Incendios o explosiones originados por la electricidad.

2.2.4 Medio de prevención y protección

2.2.4.1 Transporte de material

Los vehículos que se utilicen deberán cumplir con las normas del código de circulación que este en vigor.

La máxima masa autorizada de un vehículo de motor de 2 ejes será de 18 toneladas, para un vehículo de 3 ejes 26 toneladas, para un vehículo de 4 ejes con dos

direccionales será 32 toneladas, para un remolque de dos ejes 18 toneladas o para un remolque de tres ejes 24 toneladas.

La carga transportada en un vehículo debe estar dispuestos y sujetos de tal forma que no puedan:

- Arrastrar, caer o desplazarse de manera peligrosa

- Comprometer la estabilidad del vehículo

- Producir ruido, polvo o molestias que puedan ser evitadas

Ocultar los dispositivos de alumbrado o de señalización luminosa, las placas o distintivos obligatorios.

Cuando la carga sobresalga por la parte posterior del vehículo deberá colocarse la señal V-20 en el extremo posterior de la carga de manera que quede constantemente perpendicular al eje del vehículo.

El peso de la carga no deberá exceder lo autorizado por el código de circulación y en ningún caso se sobrepasarán las características mecánicas de los vehículos.

2.2.4.2 Acopio de material

2.2.4.2.1 Accesos

Deberá hacerse un estudio para una organización del espacio eficaz localizándose los mejores caminos para el acceso. Las pistas, caminos o pasillos deben tener las dimensiones adecuadas para la correcta circulación de los materiales, las personas o la maquinaria necesaria. Se buscará que el suelo sea llano o que las pendientes sean pequeñas para evitar caídas o vuelcos.

2.2.4.2.2 Carga y descarga de materiales

El maquinista será el responsable de los vehículos como de los materiales.

Las operaciones de carga y descargar deberán llevarse a cabo fuera de la vía, en un lugar preparado. Excepcionalmente si fuera necesario deberán realizarse sin ocasionar peligros y perturbaciones graves al tránsito. Se respetarán las zonas como paradas y estacionamientos. Se llevarán a cabo con los medios suficientes para garantizar la máxima celeridad, evitando los ruidos.

En los trabajos de carga y descarga es obligatorio el uso de calzado de seguridad, cascos y guantes, no se podrá empezar una maniobra sin asegurarse de que todos los operarios lo cumplen.

En la carga y descarga de las bobinas los operarios deberán llevar el calzado de seguridad.

2.2.4.2.2.1 Carga y descarga manual

Un operario no debe manipular cargas superiores a 50 kg, si la carga pesa más se deberá realizar el trabajo con más de una persona de tal forma que ninguno de los operarios soporte una carga igual o mayor a 50 kg.

Cuando se realicen trabajos en grupo se deberá designar un solo responsable.

Si el peso, el volumen o la geometría son un problema para la forma manual se aplicarán medios mecánicos.

2.2.4.2.2.2 Carga y descarga con medios mecánicos

Cuando se empleen medios mecánicos las maniobras estarán dirigidas por un maquinista. Se respetará las taras máximas de las máquinas. Las masas se moverán de forma suave, despacio evitando los riesgos para la carga.

Durante la carga y la descarga se comprobará que no hay ninguna persona en el radio de acción de las máquinas antes de empezar la maniobra.

2.2.4.2.3 Almacenamiento de materiales

Los materiales se almacenarán de una forma ordenada, limpia, clasificada y se buscará que en todo momento se mantenga su orden. Se aprovechará de forma eficiente el espacio disponible en el almacén. Se deberá facilitar el acceso a los productos almacenados.

Los lugares que se usen como almacén deben tener buena iluminación, buena ventilación y no deben encharcarse.

Se formará a los operarios para que no tengan dudas a la hora de buscar un material en el almacén. Todos los operarios que puedan entrar en el almacén deben saber cómo trabajar con las etiquetas descriptivas, las codificadas o de código de barras que sean utilizadas, con el fin de evitar molestias al resto del personal y poder mantener el orden.

Las diferentes partes que forman el fuste, la cabeza o los armados de las torres se ordenarán de tal forma que al apilarlas su propio peso no deforme las piezas. Las cajas de aisladores se colocarán unas encima de otras utilizando cuñas en sus laterales para impedir su desplazamiento. Las bobinas deberán encajarse para evitar su desplazamiento por la gravedad.

2.2.5 Excavaciones

Antes de comenzar la excavación se dará un aviso auditivo para alertar a todas las personas que se encuentren en la zona.

Todas las excavaciones deberán ir protegidas con vallas, obstáculos y señales visuales que delimiten la zona desde el inicio de la obra hasta que se cierre de forma definitiva.

El personal usará todas las protecciones necesarias dentro de la zona denominada como zona de excavación, un operario que no lleve el casco bien colocado o el calzado de seguridad bien atado no deberá acceder.

2.2.5.1 Apertura de hoyos

La excavación se realizará mediante una retroexcavadora. Se posicionará la máquina de manera que el cucharón pueda alcanzar toda el área de trabajo. La excavación se empezará partiendo del centro del área a excavar hacia uno de los límites. Hasta una profundidad aproximada de unos 30 cm se excavará de forma suave sacando el material en capas finas después se sacará el material en cantidades más grandes si posible.

Los riesgos del uso de una retroexcavadora son el vuelco por hundimiento del terreno y los golpes a personas o cosas en el movimiento de giro. Por ello la zona de alcance máximo del brazo excavador estará delimitada añadiendo 1 m más de margen posible.

El derrumbamiento de las paredes de las cimentaciones monobloque es uno de los mayores riesgos que tienen los trabajadores y se tomarán las medidas necesarias para que no suceda.

La distancia entre la pala y los cables de la línea será de gran importancia. Se mantendrá una distancia de seguridad con los cables, la cual varía en función de la tensión de esta.

Para líneas inferiores a 66kV la distancia será de al menos 3 metros.

Para líneas de 66 kV hasta 120 kV la distancia será al menos de 5 metros.

Para líneas mayores a 220 kV la distancia será al menos de 7 metros.

En caso de que las distancias sean menores el personal deberá tomar medidas para aislarse de las partes en tensión de la instalación.

2.2.6 Armado de apoyos

Los materiales a utilizar no se colocarán dentro de un radio de 3 metros respecto a la base del apoyo. El material y las herramientas no deben lanzarse nunca. Se moverán mediante una cuerda de servicio con bolsas portaherramientas.

Con la idea de facilitar su izado, se armará el apoyo en paralelo a la línea y con la zona de estrobo frente al eje de la cimentación.

2.2.7 Izado de apoyos

El izado de los apoyos se realizará con un camión-grúa adecuado al peso y la longitud de los apoyos utilizados. Antes de comenzar la maniobra se asegura que esta correctamente enganchado y se avisará sonoramente del comienzo del izado. No se utilizará una eslinga que se haya estirado o ningún gancho que haya comenzado a abrirse. Durante el izado se usarán señales gesticulares para dirigir al operados de la

grúa. Durante la maniobra habrá un único responsable y será él quien dará las indicaciones a los operarios.

2.2.8 Hormigonado de apoyos

El hormigón se recibirá en la obra en un camión cuba. Se indicará donde se debe situar el camión y se tomarán las medidas para si es necesario desplazarle.

Cuando el hormigonado se realice de manera manual:

Los operarios no pueden tener lesiones cutáneas. Se informará a los operarios de todos los productos, entre los que se destacan el anticongelante, los endurecedores, y sus posibles repercusiones cutáneas.

Los operarios deberán utilizar y mantener correctamente los medios y equipos de protección solicitando su reposición en caso de deterioro.

Los operarios deberán informar de inmediato a un cargo superior jerárquico acerca de cualquier situación que entrañe un riesgo para la seguridad.

Los operarios antes de comenzar deben revisar las tareas que se van a realizar con el Director de obra.

Se mantendrán despejados los accesos y pasos. La limpieza y el orden serán importantes.

Ante la aparición de lesiones, el trabajador afectado se cambiará de puesto.

2.2.9 Tendido y amarre de conductores

El principal riesgo es la caída de personas a distinto nivel. El uso del cinturón de seguridad amarrado a un punto estable será imprescindible. Se instalará una línea de vida para la sujeción de los cinturones de seguridad en caso necesario.

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores. El método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión. El método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones. Y el método de trabajo en contacto empleando equipos de protección individual adecuados, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Los operarios que trabajan con el método a potencial deben ir vestidos con ropa externa conductora. Los operarios que trabajan con el método de trabajo a distancia o con el método de trabajo en contacto deberán utilizar casco de seguridad aislante con barboquejo, gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico, arnés o cinturón de seguridad y guantes de protección.

Se prohibirá a personas ajenas a la obra estar en las proximidades del lugar.

En las zonas de arbolado se realizará una poda o tala para evitar contactos de los cables con las ramas y troncos.

Se usará radioteléfono para la puesta en marcha o para la parada del tendido en caso de ser necesario.

2.2.10 Aplicación de las reglas para trabajos con corte de tensión

Cuando sea necesario un corte de tensión en una línea se seguirán los pasos:

1º Abrir, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.

2º Enclavamiento de los aparatos de corte.

3º Reconocimiento de la ausencia de tensión, mediante pértigas acústico-luminosas, o sensores.

4º Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión, en especial ambos extremos de la línea

5º Delimitación/Señalización y puesta a tierra de la zona de trabajo.

2.2.11 Manejo y utilización de herramientas

2.2.11.1 Manejo y utilización de escaleras de mano

Solo deben emplearse escaleras en buen estado. Estando prohibidas las escaleras de construcción caseras o improvisadas. Las escaleras se revisarán periódicamente. Se debe reemplazar y destruir toda escalera deteriorada. Solo un especialista puede repararla.

Se prohíbe realizar empalmes entre dos escaleras.

Estarán instaladas sobre suelo estable, contra una superficie fija y de forma que no puedan resbalar. El operario antes de subirse comprobará las zapatas.

Los trabajos a más de 3,5 metros de altura del suelo, que requieran movimientos peligrosos para la estabilidad se efectuarán utilizando arnés de seguridad.

Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.

Para alturas superiores a 7 metros no se utilizarán escaleras.

No se utilizarán escaleras metálicas para trabajos eléctricos. Las escaleras de madera nunca se deben pintar con barnices.

2.2.11.2 Utilización de andamios

Deben montarse y desmontarse cuidadosamente por personal cualificado. Durante el montaje y el desmontaje se debe vigilar que nadie se sitúe bajo el andamio.

Se debe utilizar sólo material de andamiaje adaptado y de buena calidad.

Se deben anclar a puntos sólidos de construcción. Los pies derechos del andamio deben apoyar en placas de reparto con husillos de nivelación para adaptarse al terreno.

Las plataformas situadas a una altura a partir de 2 metros dispondrán de barandillas de 90 cm de altura mínima provistas de listón intermedio y rodapié de 15 cm. Las plataformas deben ser robustas, sin huecos y libres de estorbos, con anchura mínima de 60 cm.

No se deberá cargar excesivamente las plataformas con materiales.

Una vez finalizado el trabajo y desmontado el andamio siempre que sea posible acopiarlo a un lugar cerrado.

2.2.12 Distancias de seguridad y medidas preventivas

La distancia de seguridad varía en función de el nivel de tensión de la instalación, la formación del operario, y el método y organización del trabajo.

Las distancias límite de las zonas de trabajo son:

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Siendo:

U_n = tensión nominal de la instalación en kV.

D_{PEL-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo en cm.

D_{PEL-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo en cm.

D_{PROX-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo en cm.

$D_{\text{PROX-2}}$ = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo en cm.

La zona de prohibición que se crea por los conductores en tensión y que no debe ser invadida por personas, maquinaria, útiles o elementos irá en función de la tensión:

Para una tensión de la línea menor o igual 66 kV será 3 metros

Para una tensión de la línea de 66 kV a 220 kV será 5 metros

Para una tensión de la línea mayor a 220 kV será 7 metros

2.2.13 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

La obra dispondrá de los servicios higiénicos, que se indican en el R.D. 1627/97, como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

ANEXO 3

2.3 Estudio de seguridad y salud para trabajos en líneas subterráneas de alta y media tensión

2.3.1 Objetivo

Este documento recoge los medios de prevención y protección que deben aplicar las Empresas Contratistas cuando realicen trabajos en líneas subterráneas de alta y media tensión.

2.3.2 Organización de la seguridad en la obra

2.3.2.1. Definiciones

2.3.2.1.1 Jefe de los trabajos

Es la persona, que presente en un trabajo, los dirige por designación o delegación del Responsable en la obra por parte del Contratista.

2.3.2.1.2 Zona protegida

Es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocados entre los puntos de corte, sea en la proximidad de los mismos o no.

No puede ser considerada como una zona de trabajo.

2.3.2.1.3 Zona de trabajo

Es la zona definida y señalizada por el Jefe de los trabajos de la empresa contratista y asignada por él al personal a su mando. Normalmente queda definida por las puestas a tierra de trabajo.

2.3.2.2 Reuniones de seguridad

Se realizará una reunión de lanzamiento antes del inicio de los trabajos quedando completamente determinadas todos los temas en relación con la prevención de accidentes.

El Jefe de los trabajos está autorizado para verificar la creación de la zona protegida en la instalación. Para ello se comprobará que se cumpla:

Apertura con corte efectivo de todas las posibles fuentes de tensión.

Bloqueo y señalización de los mandos de los aparatos de corte.

Verificación de la ausencia de tensión.

Colocación de puestas a tierra y en cortocircuito que delimiten la zona protegida.

El Jefe de los trabajos está autorizado para verificar la creación de la zona de trabajo en la instalación. Para ello se comprobará que se cumpla:

Se debe verificar la ausencia de tensión en todas las partes conductoras que afecten a la zona

En caso de que no se puedan cumplir las distancias de seguridad se comprobará que existe un apantallamiento.

Una vez comprobada la ausencia de tensión, en ambos lados de las fases que entren en el lugar de los trabajos deberá haber puesta a tierra y en cortocircuito.

Delimitación física y señalización de la zona teniendo en cuenta las distancias mínimas que deben tenerse respecto a los elementos en tensión.

Será recomendable la celebración de más reuniones a lo largo de los trabajos para poder hacer un seguimiento de la seguridad y para la discusión de los pasos a seguir.

2.3.3 Riesgos de los trabajos

Las líneas subterráneas representan una serie de riesgos laborales:

- Atrapamientos de miembros
- Caída de personas al mismo o distinto nivel
- Caídas de objetos
- Desprendimientos, desplomes o derrumbes
- Choque o golpes
- Cortes
- Incendios

Riesgos de carácter eléctrico como choque eléctrico por contacto con elementos en tensión, quemaduras por choque eléctrico o por arco eléctrico.

2.3.4 Medios de prevención y protección

2.3.4.1 Trabajos en líneas subterráneas de MT y BT

Antes del comienzo de las obras será necesario en el conocimiento de una serie de factores que pueden afectar a la seguridad.

Las características del terreno como el talud natural, el nivel freático, el nivel de humedad o la existencia de filtraciones serán datos necesarios. La proximidad de edificios y características de sus cimentaciones jugarán un papel importante. La existencia de carreteras, fábricas o elementos que puedan transmitir vibraciones se estudiará. La existencia y proximidad de instalaciones de servicios también será necesaria.

2.3.4.1.1. Trabajos en zanjas

2.3.4.1.1.1 Acopio, carga y descarga de materiales

En el estrobo se revisará previamente el buen estado de los estrobos. La estrobada se hará de forma que no se produzca el deslizamiento de la carga. El personal que se encargue de esta acción deberá usar casco, calzado de seguridad y guantes.

Cuando la carga o descarga se realice mediante medios mecánicos, y se utilice un camión grúa los riesgos a tener en cuenta serán el vuelco del camión grúa, los atrapamientos, la caída a distinto nivel, el atropello de personas, los golpes por la carga o caída al subir o bajar de la cabina.

El camión grúa tendrá al día el libro de mantenimiento, en prevención de los riesgos por fallo mecánico. El gancho estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de la carga. Se comprobará el correcto apoyo de los gatos estabilizadores antes de entrar en servicio. Las maniobras de carga o descarga estarán siempre guiadas por el Director de obra.

Cuando la carga o la descarga se haga de manera manual, los operarios obligatoriamente usarán casco, guantes, botas de seguridad y faja antilumbago.

Un operario no debe manipular cargas superiores a 50 kg, si la carga pesa más se deberá realizar el trabajo con más de una persona de tal forma que ninguno de los operarios soporte una carga igual o mayor a 50 kg.

Cuando se realicen trabajos en grupo se deberá designar un solo responsable

2.3.4.1.1.2 Excavación

En los trabajos de excavación que se realicen manualmente se deberán aplicar las medidas de prevención:

Al comenzar, o al retomar un trabajo después de una parada lo primero será la comprobación del terreno.

Al comenzar y durante toda la obra se usará casco, guantes, botas de seguridad, gafas de seguridad y faja antilumbago.

Los operarios accederán a las zanjas con escaleras apropiadas cuando la altura lo permita, sobresaliendo 1 metro por el borde de la zanja.

Los operarios deberán mantener una distancia de seguridad entre si cuando usen herramientas como picos o palas, recomendándose 3,5 metros.

Los operarios dispondrán de arnés de seguridad y cuerda salvavidas en caso de necesidad.

Los escombros y materiales sustraídos se colocaran a una distancia mínima de 60 cm.

En los trabajos de excavación que se realicen mediante medios mecánicos se deberán aplicar las medidas de prevención:

Sólo el personal autorizado puede usar la maquinaria y siempre bajo la supervisión del Jefe de obra.

El radio de acción de la maquinaria debe estar despejado y no puede ser invadido por ningún operario.

Las palas no se pueden emplear para el descenso o el ascenso del personal a las zanjas.

Se mantendrá el orden y la limpieza en la zona de trabajo.

2.3.4.1.1.3 Entibación

En los núcleos urbanos, la zanja puede estar rodeada de edificios, tráfico pesado, entre otros, se producen esfuerzos estáticos y dinámicos considerables. Por ello deben emplearse entibaciones de gran robustez que garanticen la mayor seguridad.

Al comienzo de la obra o antes de volver al trabajo después de una parada se revisará la situación de partida.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de goma.

Se deberán entibar toda aquellas zanjas de profundidad superior a 1,3 metros o en el caso que

el terreno este suelto o poco estable. En los terrenos con la consistencia adecuada la entibación se deberá efectuar a partir de 1,5 metros disminuyendo si los bordes superiores de la zanja son desmochados en bisel a 45°.

2.3.4.1.1.4 Hormigonado

El director de Obra deberá estar controlando las maniobras camión hormigonera.

Cuando se use un camión hormigonera las medidas preventivas que se tomarán en cuenta serán:

La puesta en estación del camión hormigonera será debidamente Señalizada.

La limpieza del camión se realizará en zona habilitada para tal fin, de forma que no interfiera en ninguna de las actividades que se realizan en la obra

El camión circulará en el interior de la obra por los caminos establecidos y a la velocidad máxima de 20 Km/h.

Se respetarán las distancias de seguridad, se evitará que el camión pueda invadir el borde de la zanja y no se invadirá el radio de acción de las máquinas.

Será obligatorio el uso de casco, guantes, botas de goma y gafas de seguridad

2.3.4.1.1.5 Señalización

Se señalizará y protegerá la zanja con vallas debidamente colocadas o cintas delimitadoras en toda su longitud.

Se colocarán las correspondientes señales de tráfico para avisar a los conductores y para facilitar la circulación del tráfico.

En las horas de con baja luz solar o por la noche deberá señalizarse la zona con luces intermitentes separadas entre sí una distancia inferior a los 10 metros.

Se colocarán los pasos con sus correspondientes vallas laterales en las zonas de circulación peatonal.

2.3.4.1.2 Tendido de cable subterráneo

2.3.4.1.2.1 Carga y descarga de bobinas

Antes de iniciar la elevación de las bobinas se comprobará el buen estado de la grúa.

Se revisará el buen estado de los estrobos y de los ejes.

Se engancharán las bobinas de la forma correcta.

Se levantará solamente una bobina a la vez.

Las bobinas no se podrán rodar ni arrastrar. La carga se elevará de forma suave evitando movimientos bruscos y la oscilación de la bobina. El Director de obra controlará el izado y que ningún operario este en la vertical de la carga o en el radio de acción de la grúa.

Será necesario el uso de casco, botas de seguridad y guantes.

2.3.4.1.2.2 Preparación del tendido

Será necesario asegurarse del buen estado de los gatos y cuñas para resistir el peso.

Las bobinas se colocaran en un sitio de buena visibilidad para evitar posibles choques.

Las medidas preventivas que se deben tener en la máquina para el tendido de cables:

La máquina deberá estar bien anclada.

Vigilar el buen estado del cable de arrastre.

Tener despejada la zona de trabajo de materiales y otros objetos.

La máquina dispondrá de toma de tierra e interruptor diferencial.

Es recomendable colocar una mampara protectora para la persona que maneja la máquina.

Los operarios deberán usar casco de seguridad, calzado de seguridad, guantes de seguridad y gafas de seguridad.

2.3.4.1.2.3 Comprobación, pelado y embornado de cables

Antes del tendido se comprobará el buen estado de los cables y hasta que el Director de obra no de la confirmación no se deberá de comenzar la maniobra.

Se comprobará el buen estado de la herramienta.

Se comprobará el perfecto funcionamiento de los sistemas de comprobación de ausencia de tensión.

2.3.4.1.2.4 Empalmes

Los empalmes deben asegurar la continuidad eléctrica y mecánica.

Se comprobará el estado y funcionamiento de todas las máquinas de medias antes de comenzar la obra. Se verificará la ausencia de tensión.

Se identificará cada cable y se comprobará cada cable antes de realizar el empalme.

Se utilizarán herramientas como pelacables, tijeras corta cables, tijeras de electricistas, arcos porta-sierra o soplete de butano/propano para realizar el empalme. Se usarán líquidos de limpieza para los cables a empalmar.

Será obligatorio el uso de casco, gafas de protección, calzado de seguridad y guantes.

2.3.5 Material de seguridad

Para la actividad de obra civil se necesitara material de protección a nivel individual y a nivel colectivo.

Protección a nivel individual:

Casco

Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada

Botas de goma

Cinturón de sujeción

Traje impermeable

Gafas de seguridad

Mascarilla respiratoria

Protección auditiva

Protección a nivel colectiva:

Señales informativas

Señales de regulación de tráfico

Botiquín de primeros auxilios

Camilla de evacuación de accidentados

Extintores

Vallas

Mallas

Para los trabajos de montajes mecánicos y eléctricos la empresa contratista necesitará material de protección a nivel individual y a nivel colectivo.

Protección a nivel individual:

Casco

Calzado de seguridad con puntera reforzada

Cinturón de seguridad

Traje impermeable

Gafas de seguridad

Pantallas de protección facial

Mandil, polainas y guantes de soldadura

Protección a nivel colectiva:

Señales informativas

Señales de regulación de tráfico

Botiquín de primeros auxilios

Camilla de evacuación de accidentados

Extintores

Banquetas y alfombrillas aislantes

Guantes de seguridad

Pértigas

Tela vinílica aislante

Herramientas aislantes

Vallas

Mallas

2.3.6 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

La obra dispondrá de los servicios higiénicos, que se indican en el R.D. 1627/97, como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua

fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

ANEXO 4

2.4 Estudio de seguridad y salud para trabajos en centros de transformación.

2.4.1 Objetivo

Este documento recoge los medios de prevención y protección que deben aplicar las Empresas Contratistas cuando realicen trabajos en centros de transformación.

2.4.2 Organización de la seguridad en la obra

2.4.2.1. Definiciones

2.4.2.1.1 Jefe de los trabajos

Es la persona, que presente en un trabajo, los dirige por designación o delegación del Responsable en la obra por parte del Contratista.

2.4.2.1.2 Zona protegida

Es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocados entre los puntos de corte, sea en la proximidad de los mismos o no.

No puede ser considerada como una zona de trabajo.

2.4.2.1.3 Zona de trabajo

Es la zona definida y señalizada por el Jefe de los trabajos de la empresa contratista y asignada por él al personal a su mando. Normalmente queda definida por las puestas a tierra de trabajo.

2.4.2.2 Reuniones de seguridad

Se realizará una reunión de lanzamiento antes del inicio de los trabajos donde quedarán definidas todos los términos referidos con la prevención de accidentes.

El Jefe de los trabajos deberá realizar para la creación de la zona de trabajo:

Se debe verificar la ausencia de tensión en todas las partes conductoras que afecten a la zona

En caso de que no se puedan cumplir las distancias de seguridad se comprobará que existe un apantallamiento.

Una vez comprobada la ausencia de tensión, en ambos lados de las fases que entren en el lugar de los trabajos deberá haber puesta a tierra y en cortocircuito.

El Jefe de los trabajos deberá comprobar para verificar la zona protegida:

Todas las posibles fuentes de tensión deben tener apertura con corte efectivo.

Bloqueo y señalización de los mandos de los aparatos de corete

Se debe verificar la usencia de tensión.

Debe existir un sistema de puestas a tierra y cortocircuito que delimiten la zona protegida.

Se deberá señalizar visualmente y se deberá de colocar una delimitación física. Se deberán de cumplir las distancias mínimas respecto a los elementos de tensión. Se colocarán pancartas, cintas delimitadoras, gálíbos o cuerdas.

Se deberá señalizar para dejar definida la zona de acopio de material.

Será recomendable la celebración de más reuniones a lo largo de los trabajos para poder hacer un seguimiento de la seguridad y para la discusión de los pasos a seguir.

2.4.3 Riesgos de los trabajos

2.4.3.1 Riesgos laborales completamente evitables

La siguiente lista de riesgos laborales son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.

Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

2.4.3.2 Riesgos laborales no evitables completamente

2.4.3.2.1 En toda la obra

Riesgos más frecuentes:

Caídas de operarios al mismo nivel

Caídas de operarios a distinto nivel

Caídas de objetos sobre operarios

Caídas de objetos sobre terceros

Choques o golpes contra objetos

Fuertes vientos

Ambientes pulvígenos

Trabajos en condición de humedad

Contactos eléctricos directos e indirectos

Cuerpos extraños en los ojos

Sobreesfuerzos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21^a - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antiruidos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

2.4.3.2.2 En los movimientos de tierras

Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno

Caídas de materiales transportados
Caídas de operarios al vacío
Atrapamientos y aplastamientos
Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
Ruidos, Vibraciones
Interferencia con instalaciones enterradas
Electrocuciones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

Observación y vigilancia del terreno.
Limpieza de bolos y viseras
Achique de aguas
Pasos o pasarelas
Separación de tránsito de vehículos y operarios
No acopiar junto al borde de la excavación
No permanecer bajo el frente de excavación
Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
Acotar las zonas de acción de las máquinas
Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

2.4.3.2.3 En la descarga y montaje de elementos prefabricados.

Riesgos más frecuentes:

Vuelco de la grúa.
Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
Precipitación de la carga.
Proyección de partículas.
Caídas de objetos.
Contacto eléctrico.
Sobreesfuerzos.
Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
Choques o golpes.
Viento excesivo.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.

DISEÑO L.M.A.T. DE 30 kV PARA EL ABASTECIMIENTO DE UN POLÍGONO

Correcta distribución de cargas.

Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.

Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.

Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.

Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.

Flecha recogida en posición de marcha.

2.4.3.2.4 Puesta en tensión

Riesgos más frecuentes:

Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.

Arco eléctrico en A.T. y B.T.

Elementos candentes y quemaduras.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.

Apantallar los elementos de tensión.

Enclavar los aparatos de maniobra.

Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.

Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

Protecciones individuales:

Calzado de seguridad aislante.

Herramientas de gran poder aislante.

Guantes eléctricamente aislantes.

Pantalla que proteja la zona facial.

2.4.4 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

La obra dispondrá de los servicios higiénicos, que se indican en el R.D. 1627/97, como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los

servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente.

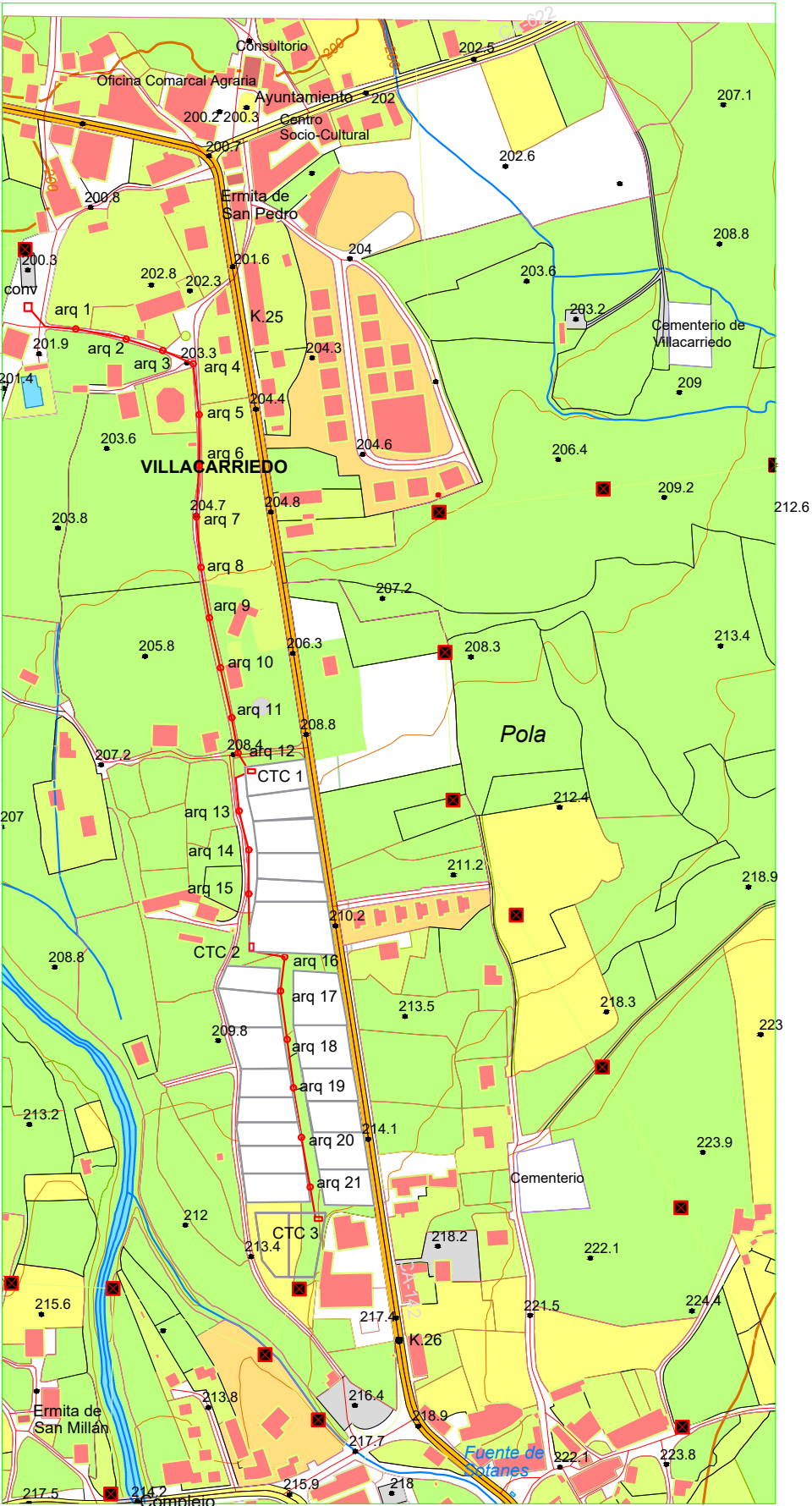
2.4.5 Formación del personal en prevención

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

Planos

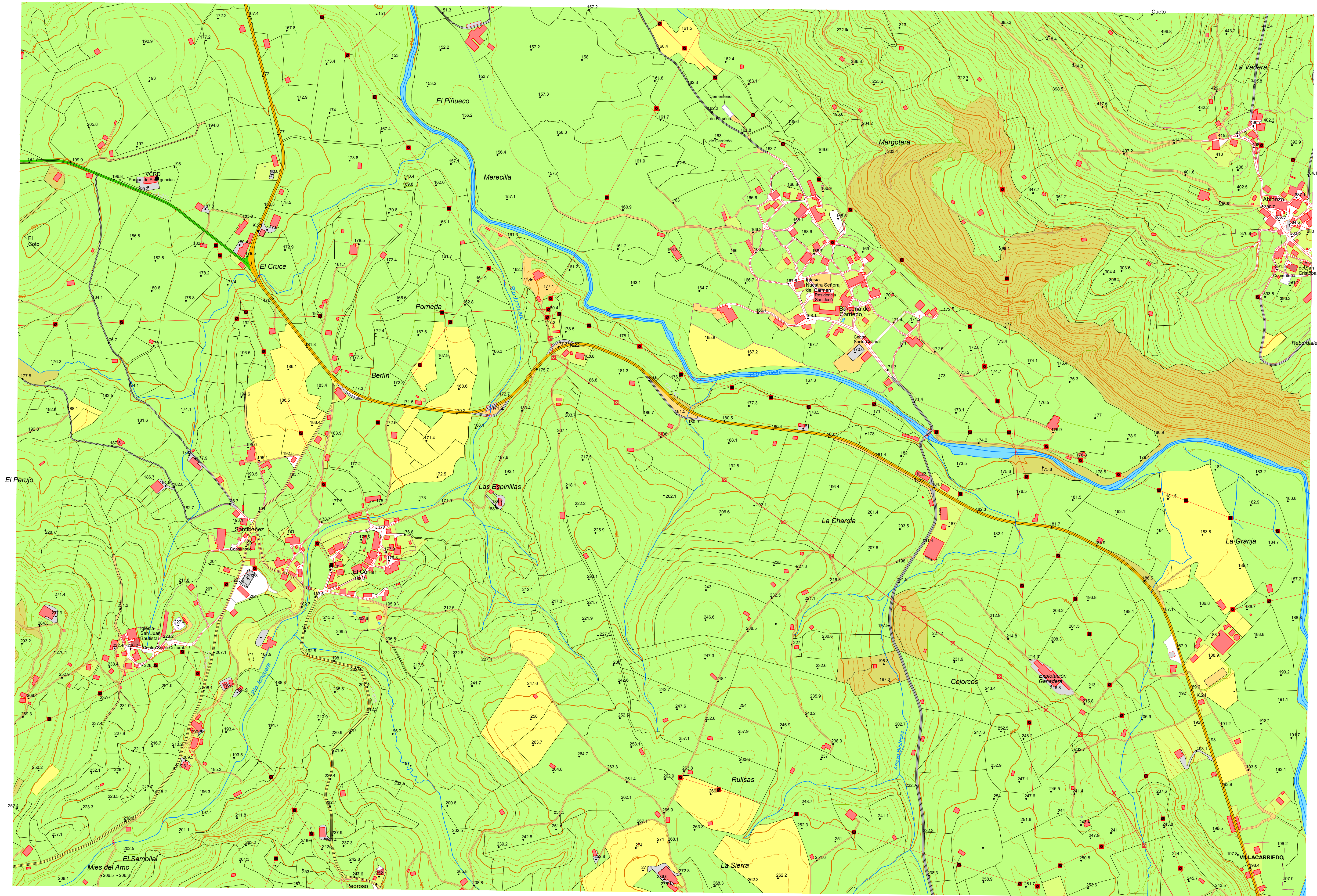
**DISEÑO L.M.A.T. DE 30 kV PARA EL ABASTECIMIENTO DE UN
POLÍGONO**


3. Planos

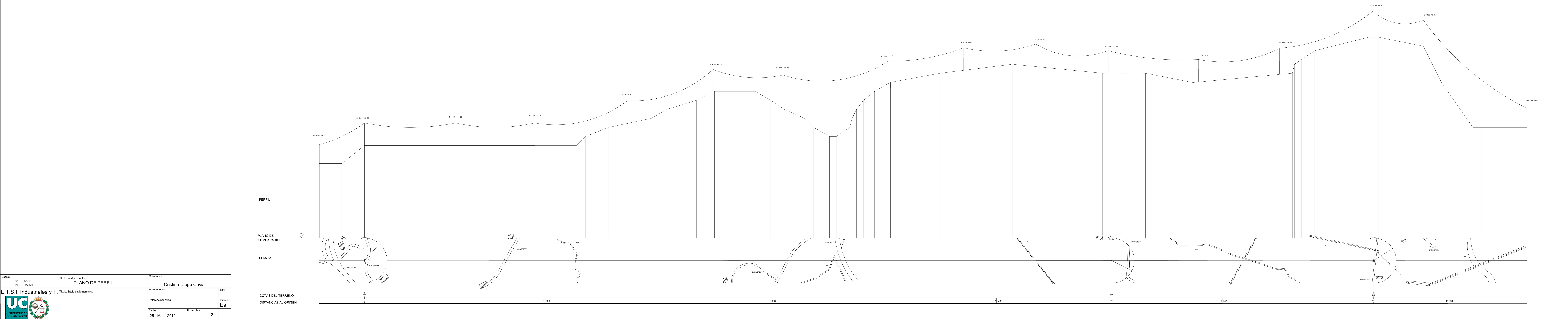



Escala. 1/5000		Título del documento PLANO LOCALIZACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA		Creado por: Cristina Diego Cavia	
<div>E.T.S.I. Industriales y T.</div> <div><div>UC</div><div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div></div>		Aprobado por		Rev.	
		Referencia técnica		Idioma	
		Fecha	Nº de Plano		
		25 - Mar - 2019	1		

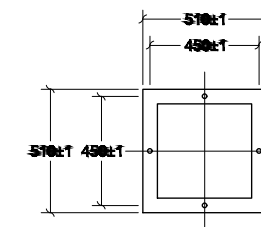
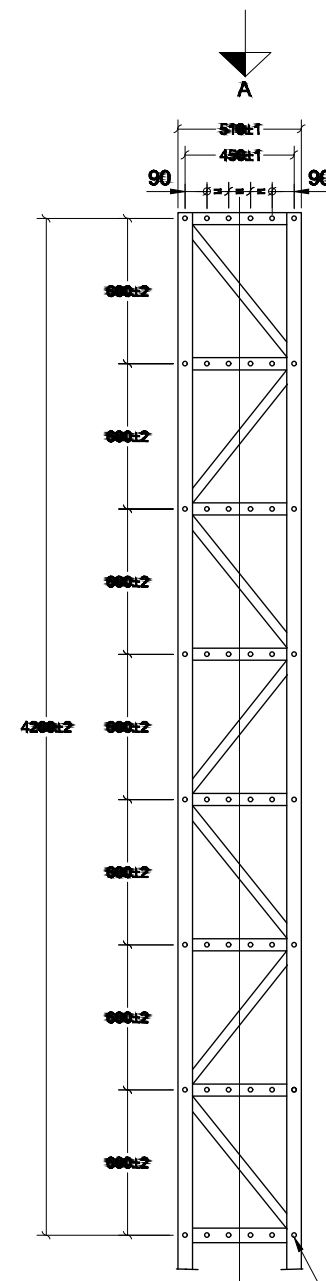
El Perujo



Escala: 1 : 5000	Título del documento: PLANO LOCALIZACIÓN LINEA AEREA	Creado por: Cristina Diego Cavia
E.T.S.I. Industriales y T.	Título. Título suplementario.	Aprobado por:
		Referencia técnica:
		Fecha:
		Nº de Plano:
		Rev.:
		Es



Escala : V: 1/500 H: 1/2000		Título del documento PLANO DE PERFIL		Creado por: Cristina Diego Cavia	
E.T.S.I. Industriales y T.		Título. Título suplementario.		Aprobado por	Rev.
				Referencia técnica	Idioma
Fecha 25 - Mar - 2019		Nº de Plano 3		Es	



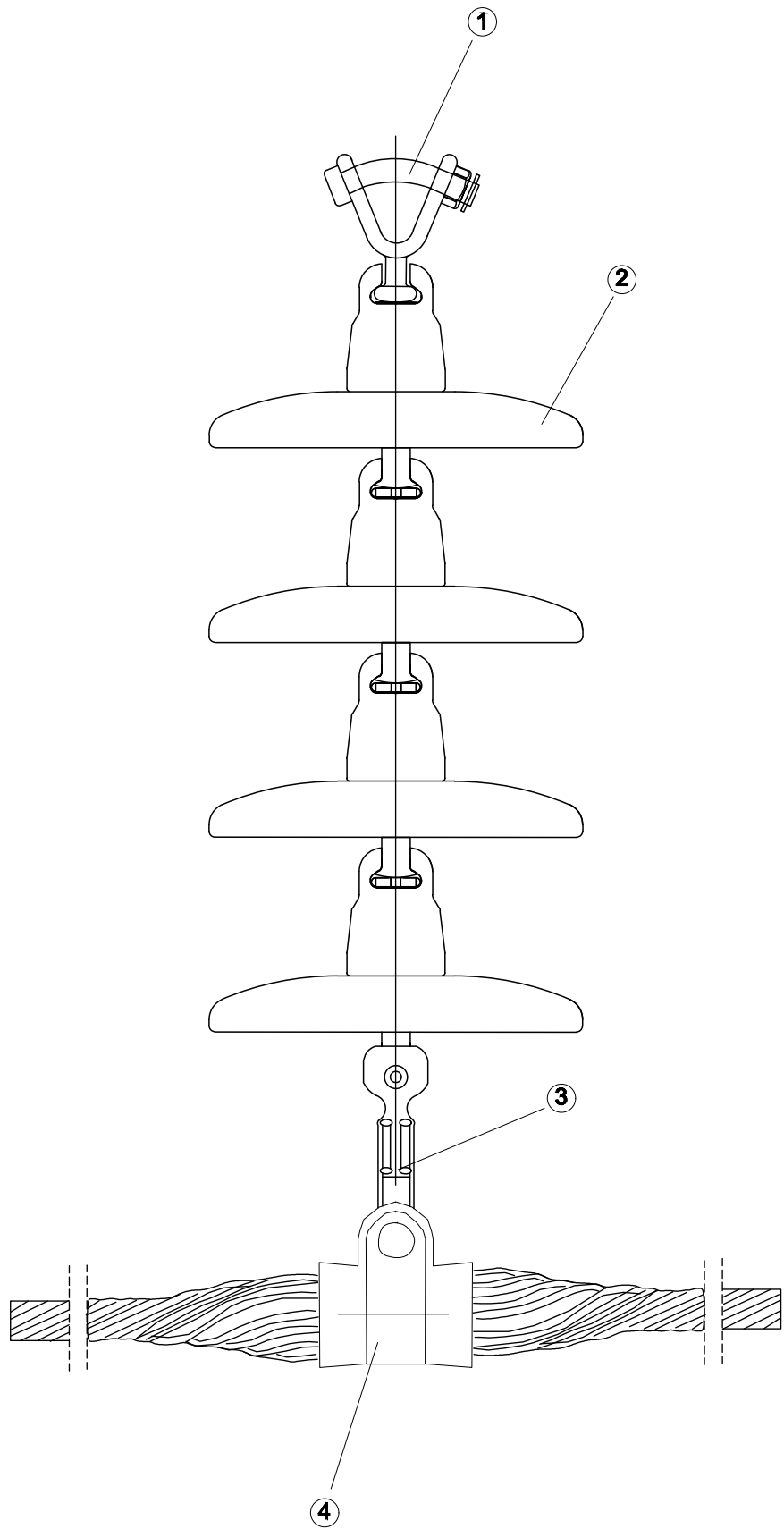
VISTA POR A
ESCALA 1:30

Carga Nominal daN	Carga de Trabajo mas Sobrecarga daN			Cota m	Coeficiente de Seguridad
	V	L o T	LT	d	
2000	600	2000	1400	1,50	1.50
	600				1.20
3000	800	3000	1400	1,50	1.50
	800				1.20
4500	800	4500	1400	1,50	1.50
	800				1.20
7000	1200	7000	2500	1,50	1.50
	1200				1.20
9000	1200	9000	2500	1,50	1.50
	1200				1.20

1. La Carga Vertical V se aplica en el eje del apoyo, en el extremo superior de la cabeza.
2. Las cargas L o T se aplican horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza.
3. La Carga LT se aplica horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza y a una distancia " d " del eje del apoyo.

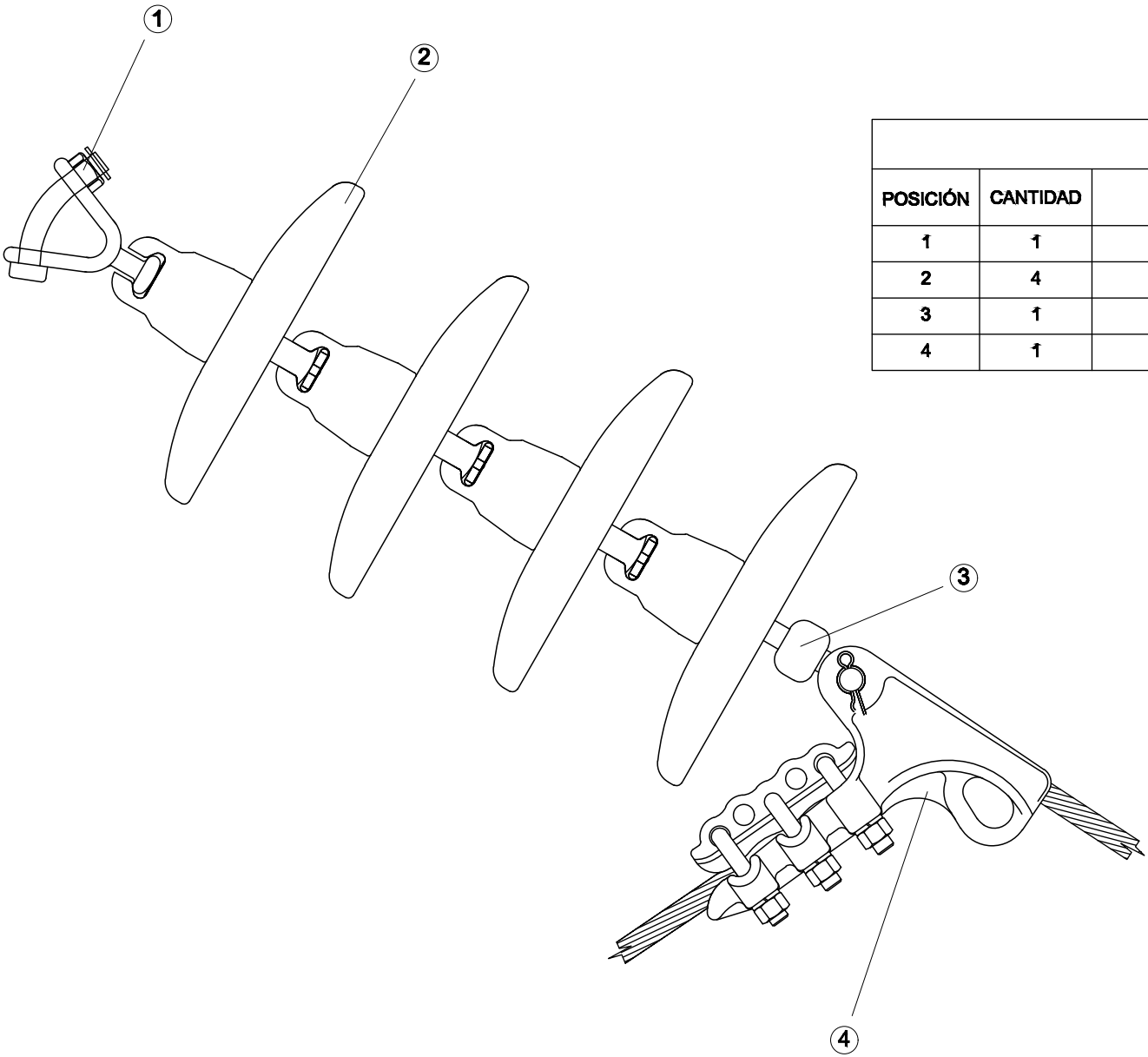
TODOS LOS TALADROS Ø17,5

CONJUNTO DE SUSPENSIÓN
TENSIÓN: 30 kV NIVEL II - IV




94-AL1/22-ST1A [LA110]		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

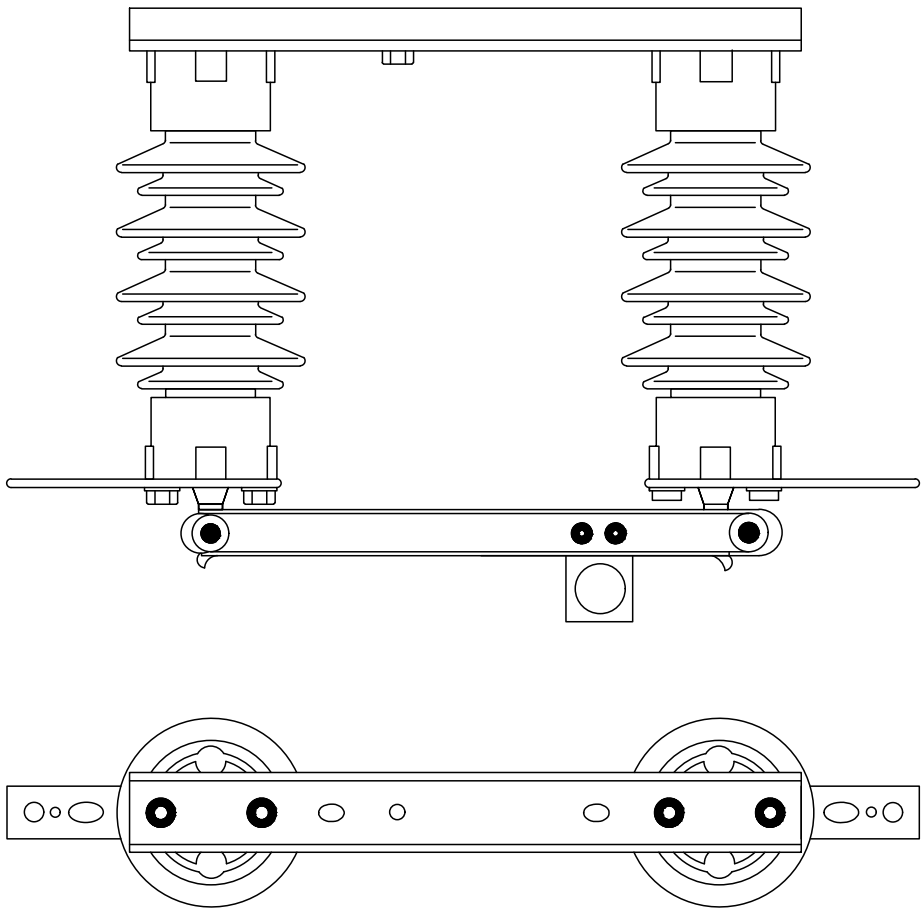
CONJUNTO DE AMARRE
TENSIÓN: 30 kV NIVEL II - IV



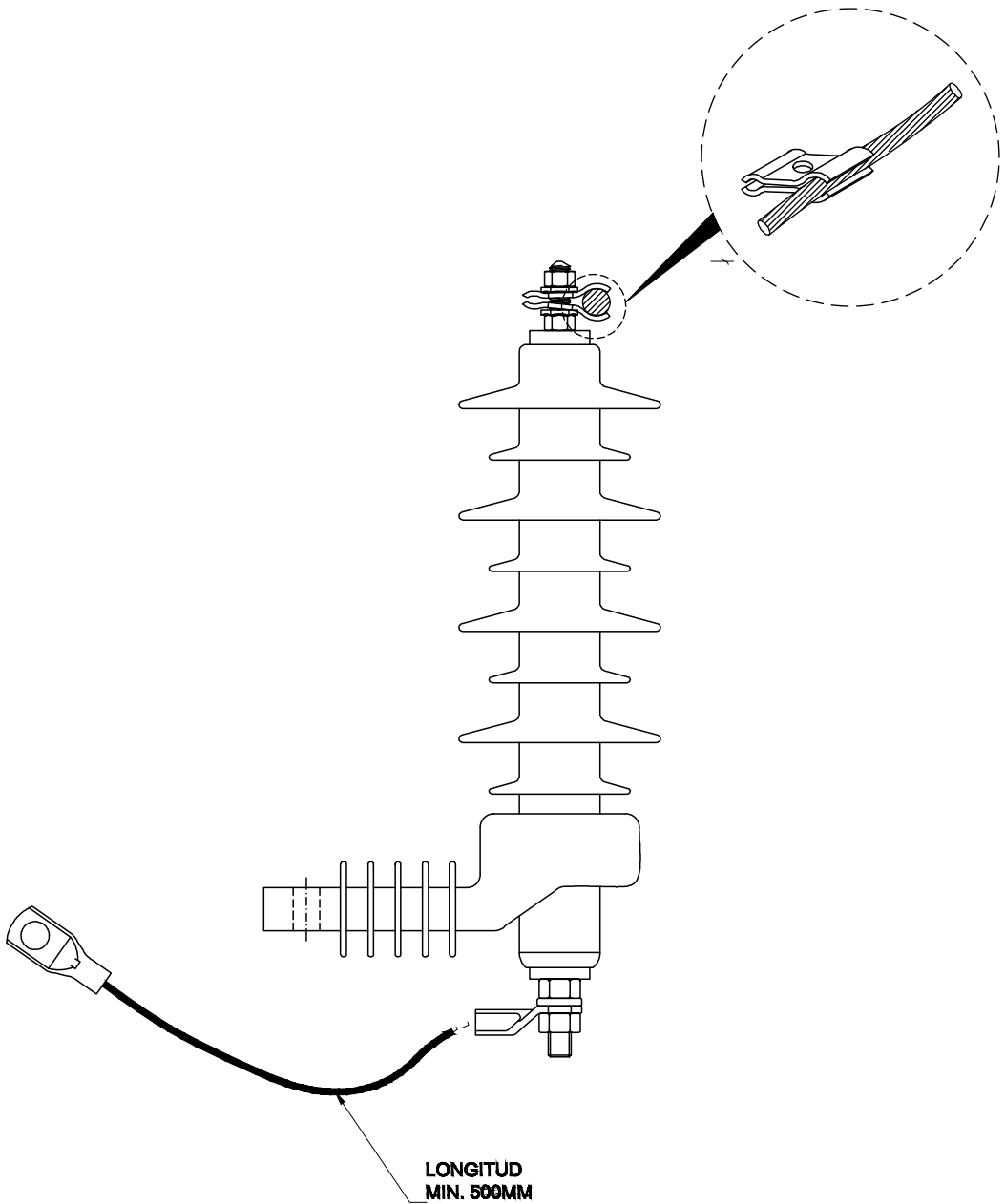
94-AL1/22-ST1A [LA110]		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-2

Escala:	S/E	Creado por: Cristina Diego Cavia		
E.T.S.I. Industriales y T. 	Título. Título suplementario. CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS	Aprobado por		Rev.
		Referencia técnica		Idioma Es
		Fecha 25 - Mar - 2019	Nº de Plano 5	

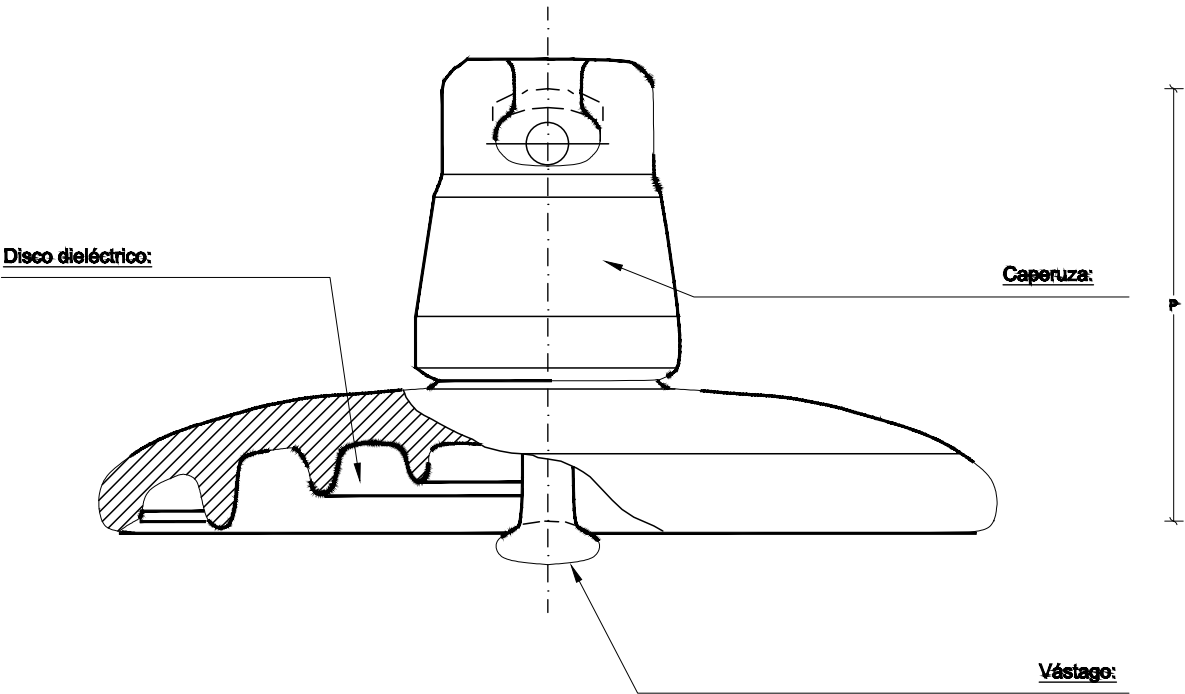
SECCIONADORES UNIPOLARES




PARARRAYOS DE ÓXIDOS METÁLICOS



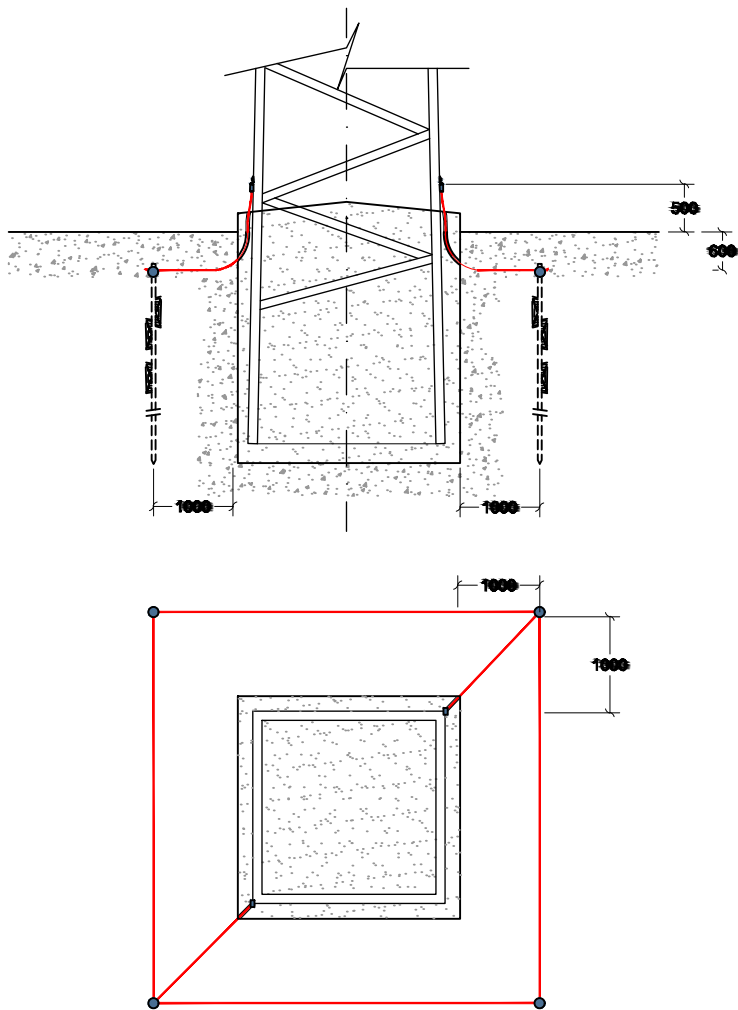
AISLADOR



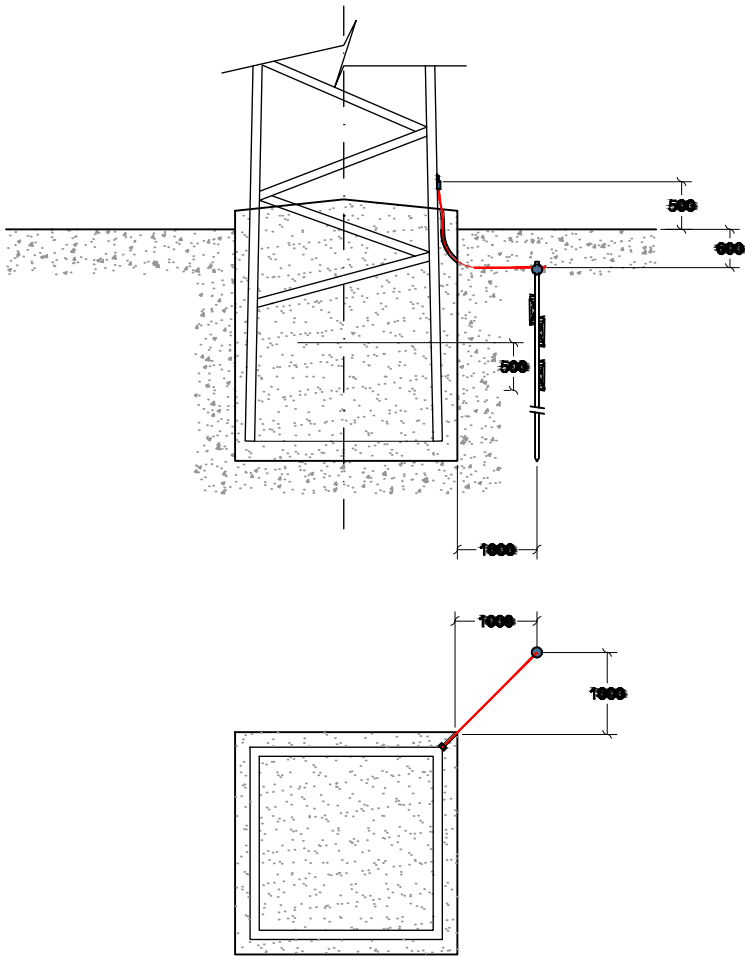
CARACTERÍSTICAS					
DENOMINACIÓN	Carga de rotura mecánica	Diámetro máximo nominal de la parte aislante D (mm)	Paso nominal P (mm)	Línea de fuga nominal (mm)	Norma de Acoplamiento según CEI 120
U 70 BS	70	255	127	320	16 A
U 100 BS	100	380	127	350	16 A

Escala: S/E		Creado por: Cristina Diego Cavia		
E.T.S.I. Industriales y T. 	Título. Título suplementario. PIEZAS: AISLADOR PARARRAYOS SECCIONADORES	Aprobado por		Rev.
		Referencia técnica		Idioma Es
		Fecha 25 - Mar - 2019	Nº de Plano 6	

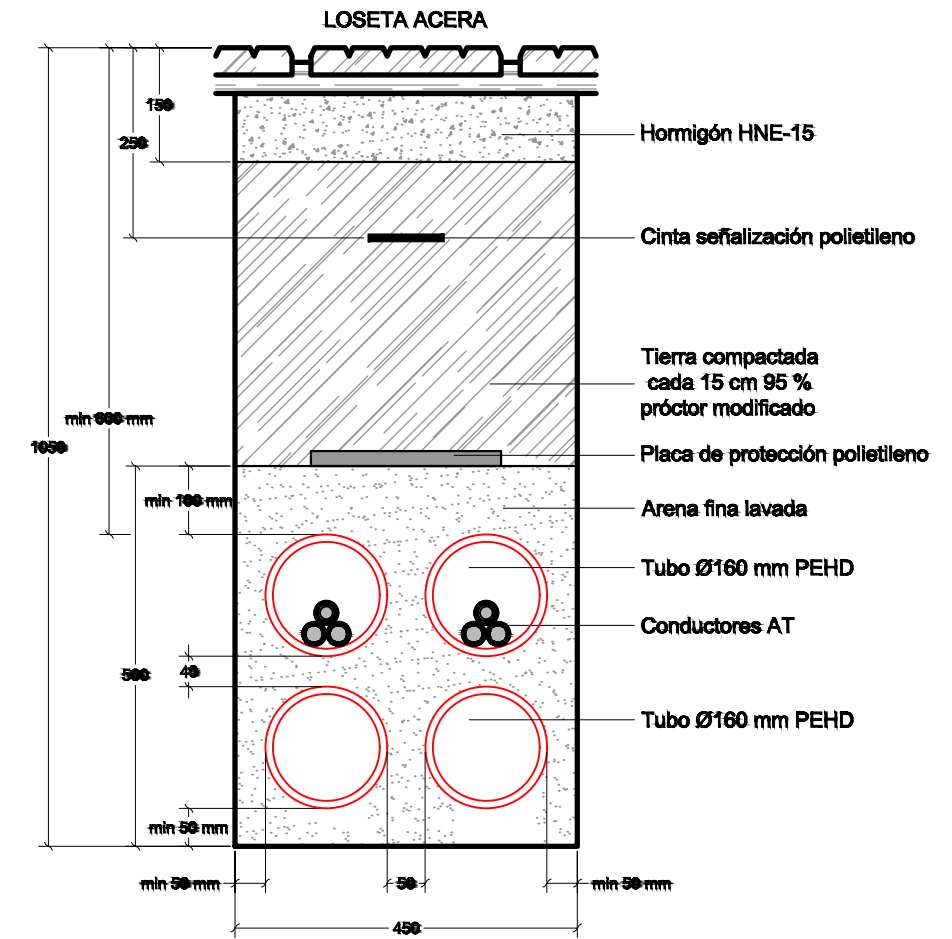
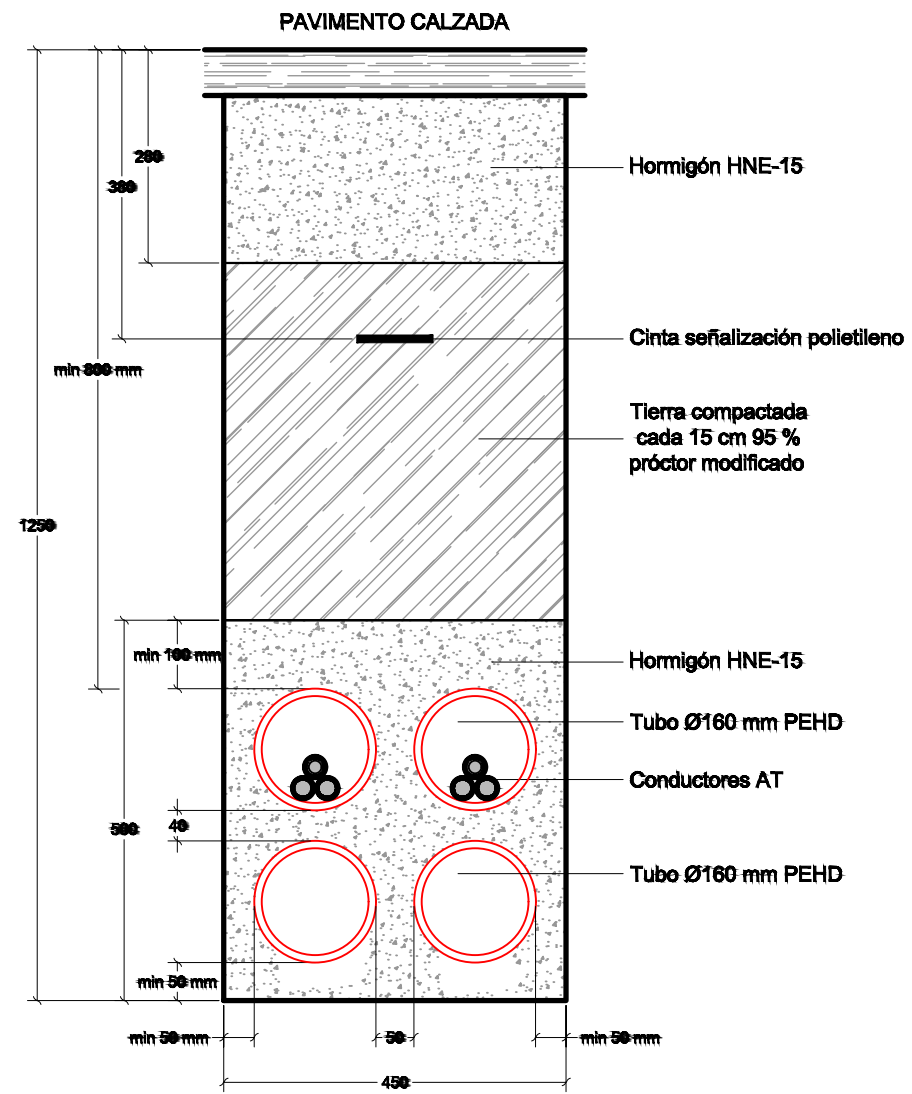
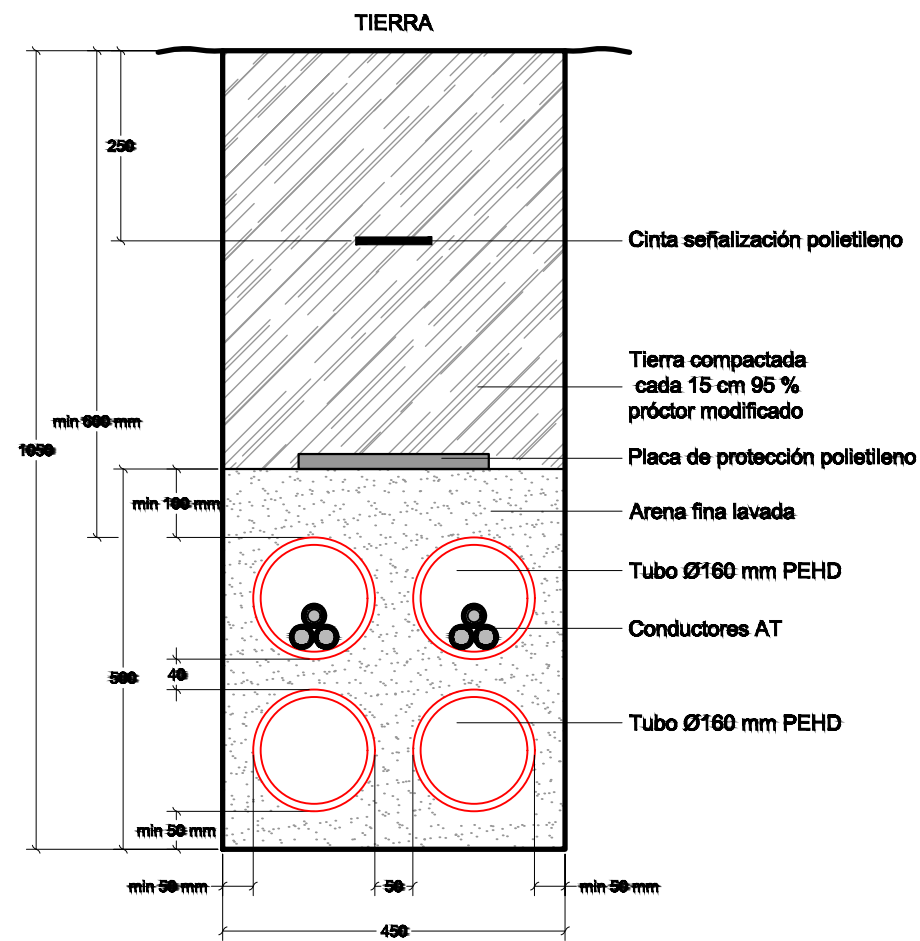
APOYO MONOBLOQUE
ANILLO CERRADO




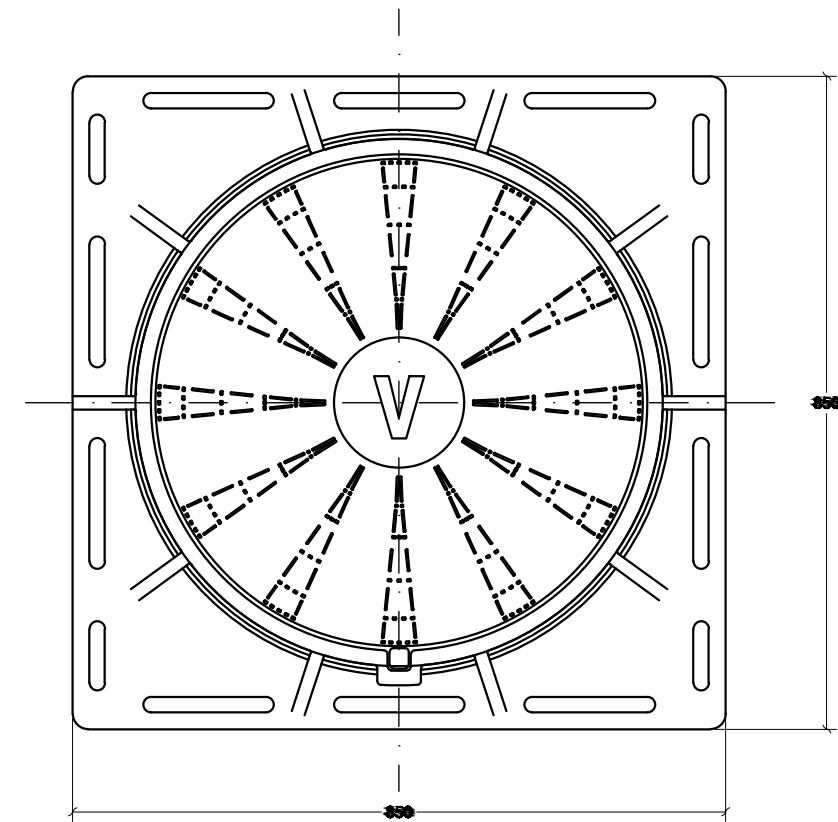
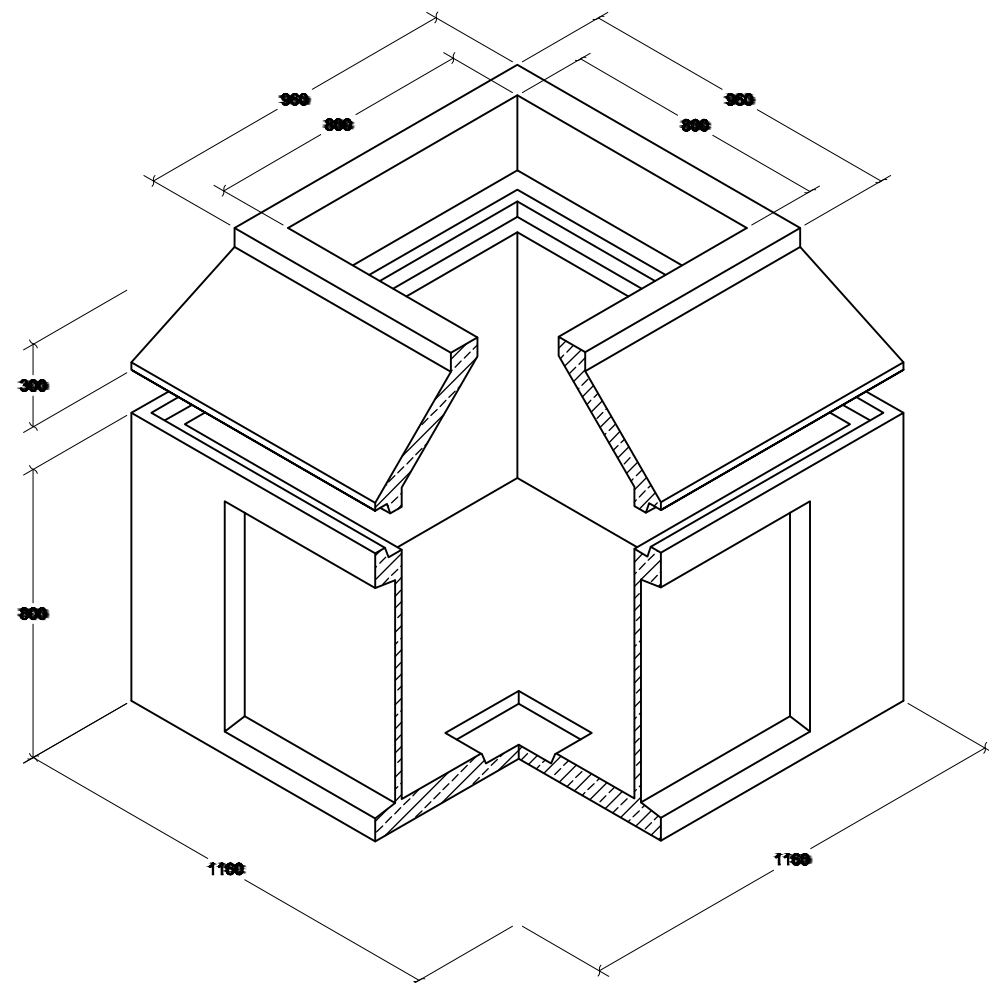
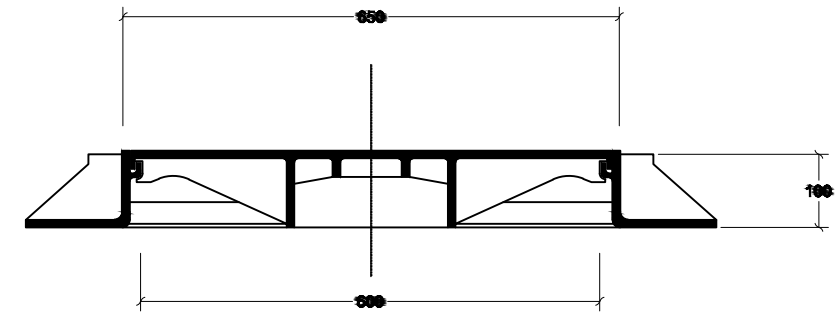
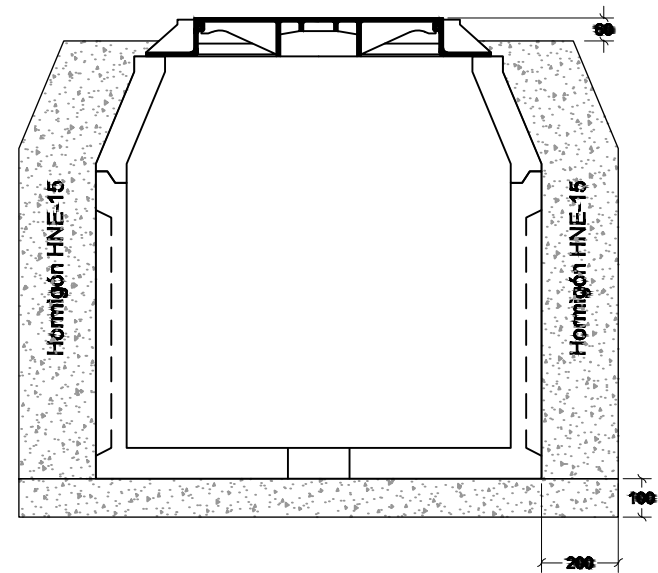
APOYO MONOBLOQUE CON
ELECTRODO DE DIFUSION




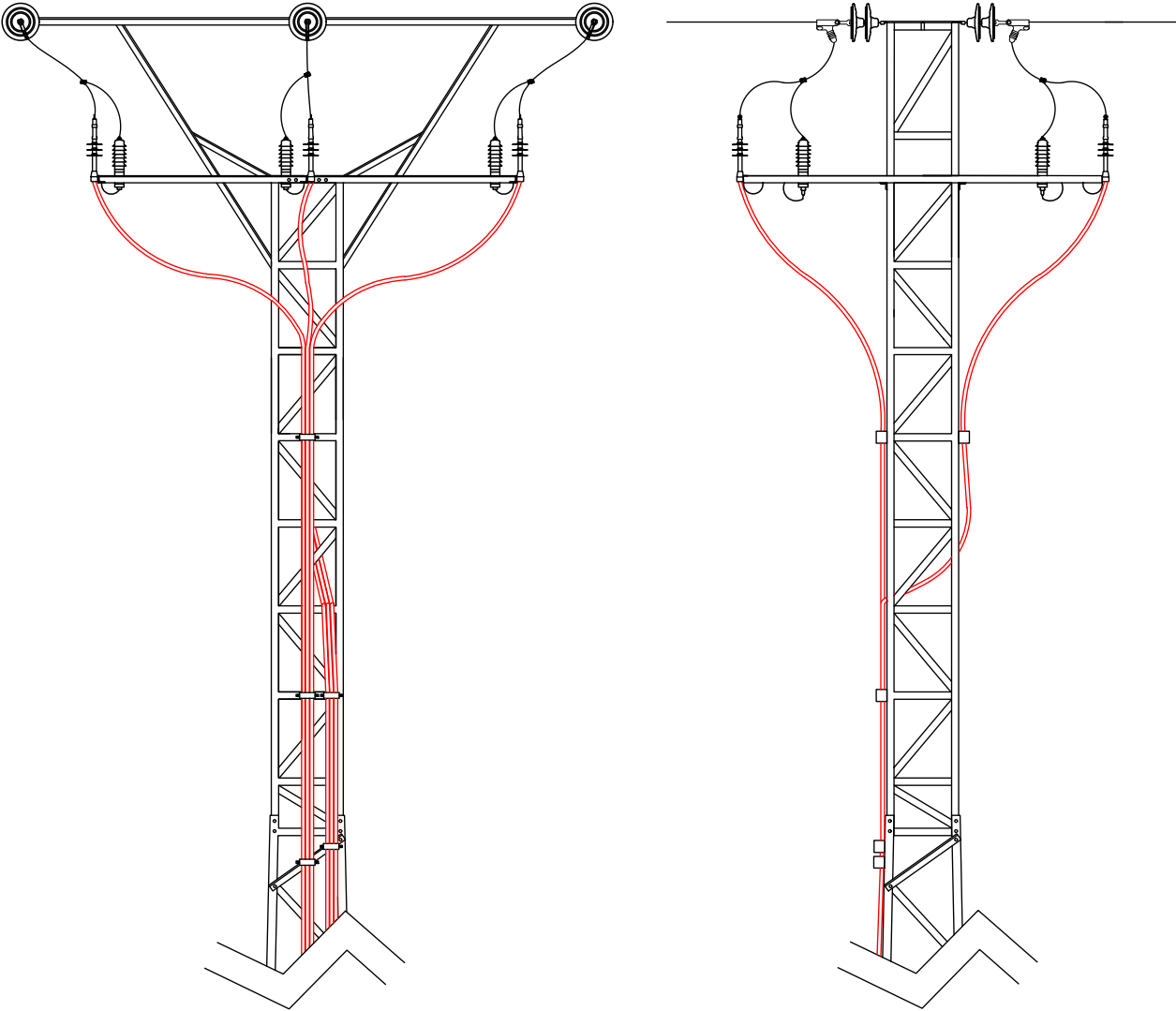
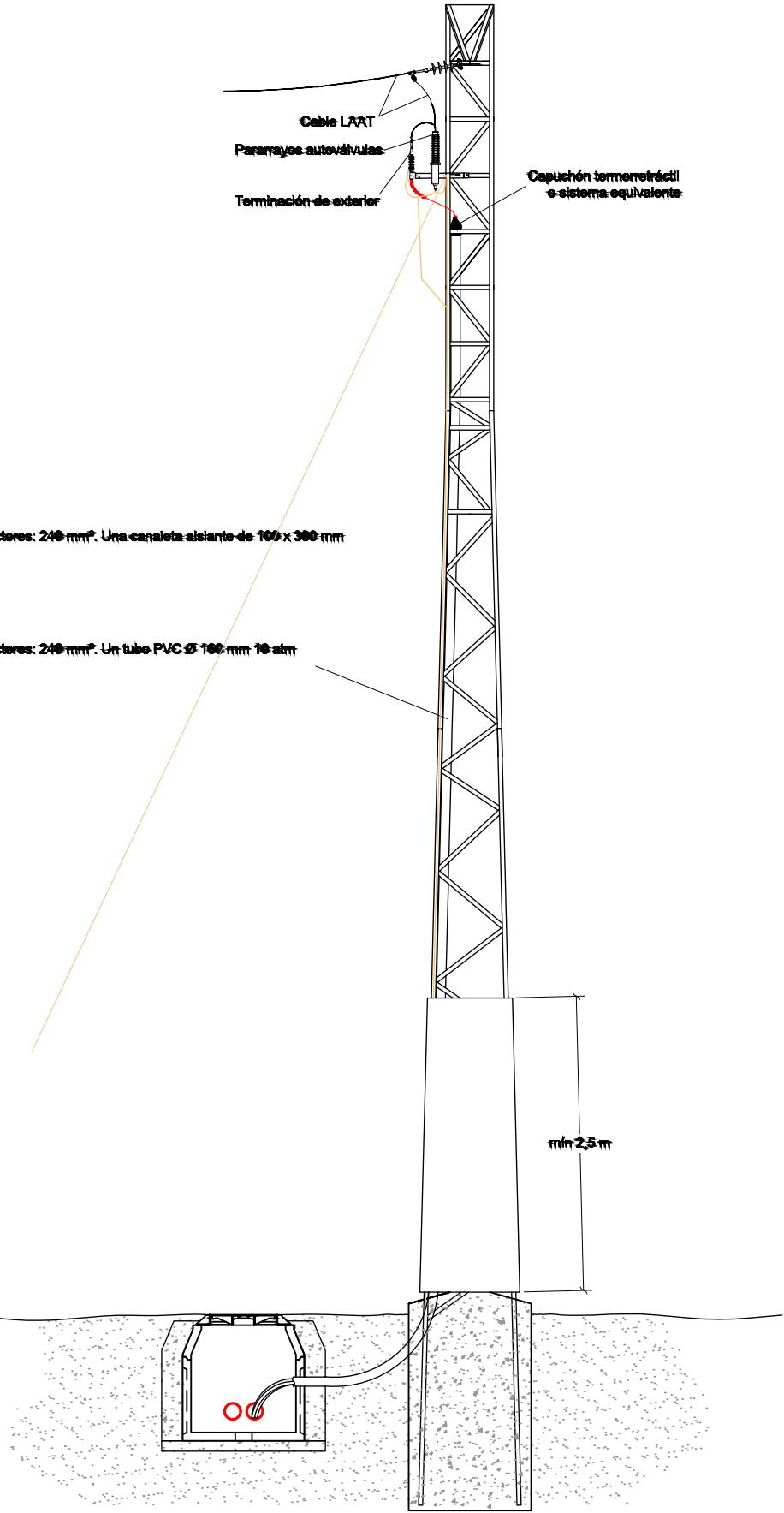
Escala : S/E		Creado por: Cristina Diego Cavia	
<div>E.T.S.I. Industriales y T.</div> <div><div>UC</div><div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div></div> <div></div>	Título. Título suplementario. TOMAS A TIERRA	Aprobado por	Rev.
		Referencia técnica	Idioma Es
		Fecha 25 - Mar - 2019	Nº de Plano 7




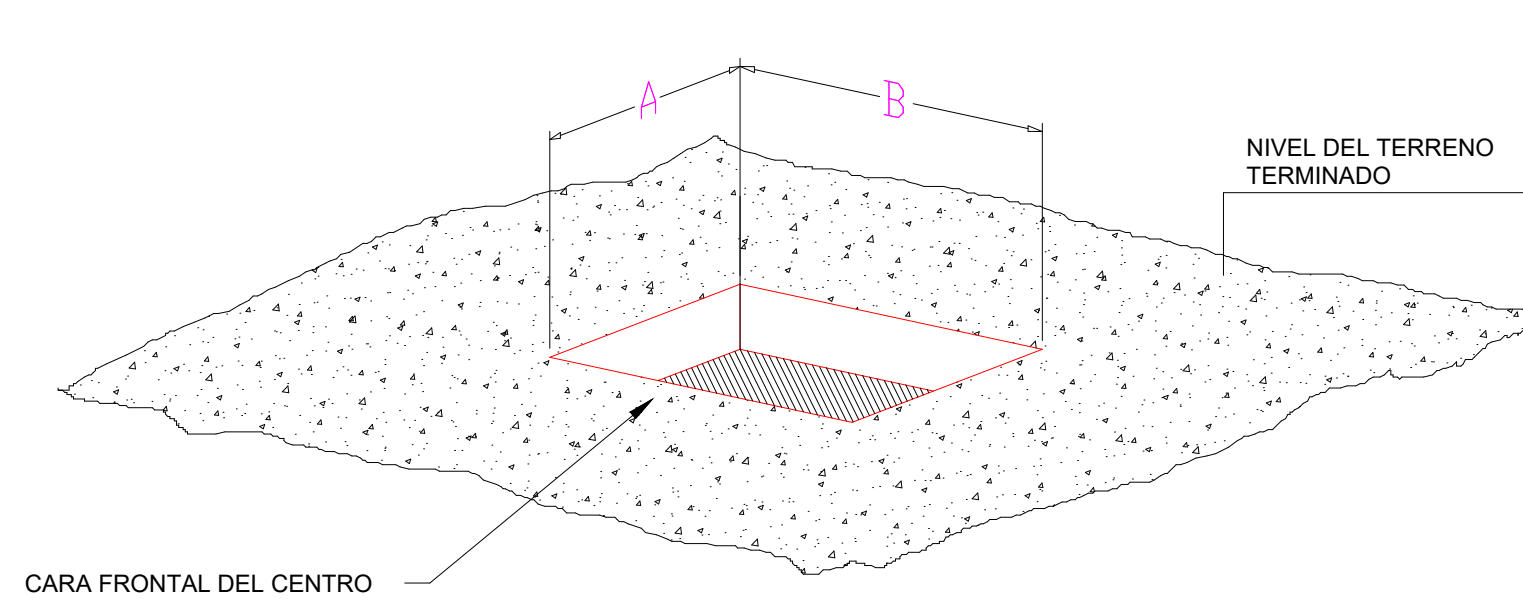
Escala:	S/E	Tipo de documento	ZANJAS	Creado por:	Cristina Diego Cavia	
E.T.S.I. Industriales y T. 		Título. Título suplementario.		Aprobado por	Rev.	
		ZANJAS. CANALIZACIÓN BAJO TUBO ENCERRADO		Referencia técnica	Idioma Es	
				Fecha 25-Mar.-2019	Nº de Plano 8	



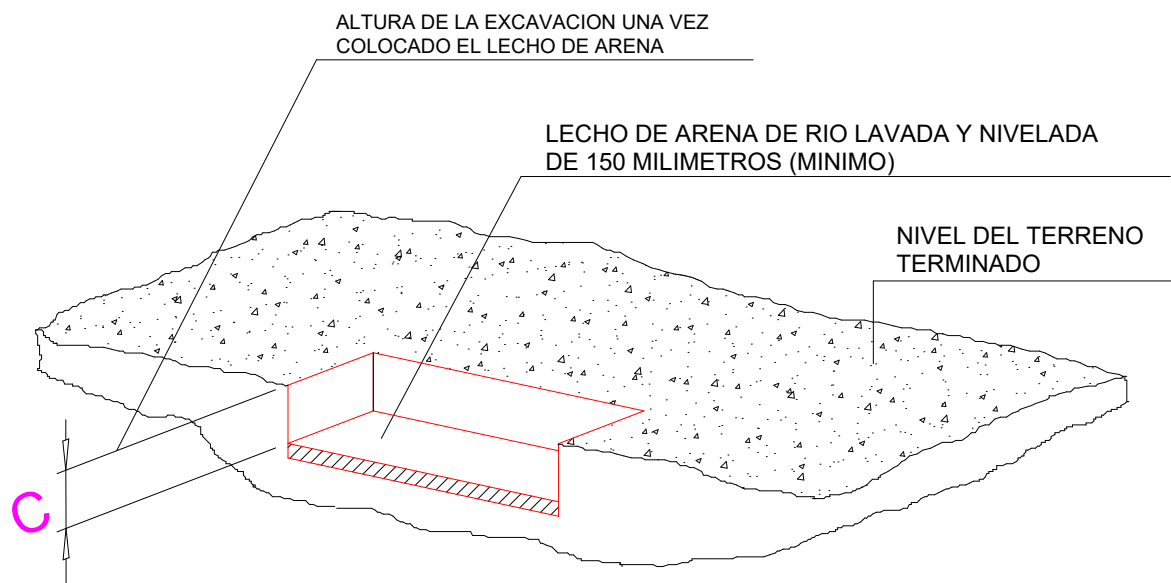
Escalas:	S/E	Tipo de documento		Creado por:	
E.T.S.I. Industriales y T.		ARQUETAS		Cristina Diego Cavia	
		Título. Título suplementario.		Aprobado por	Rev.
		ARQUETA PREFABRICADA .		Referencia técnica	Idioma
		MARCO Y TAPA.		Es	
Fecha		Nº de Plano			
25-Mar.-2019		9			



Escala:	S/E	Tipo de documento	CONVERSIÓN			Creado por:		Cristina Diego Cavia	
E.T.S.I. Industriales y T. 		Título. Título suplementario.	CONVERSIÓN AEREO-SUBTERRÁNEA			Aprobado por		Rev.	
						Referencia técnica		Idioma	
						Fecha		Nº de Plano	
						25-Mar.-2019		10	



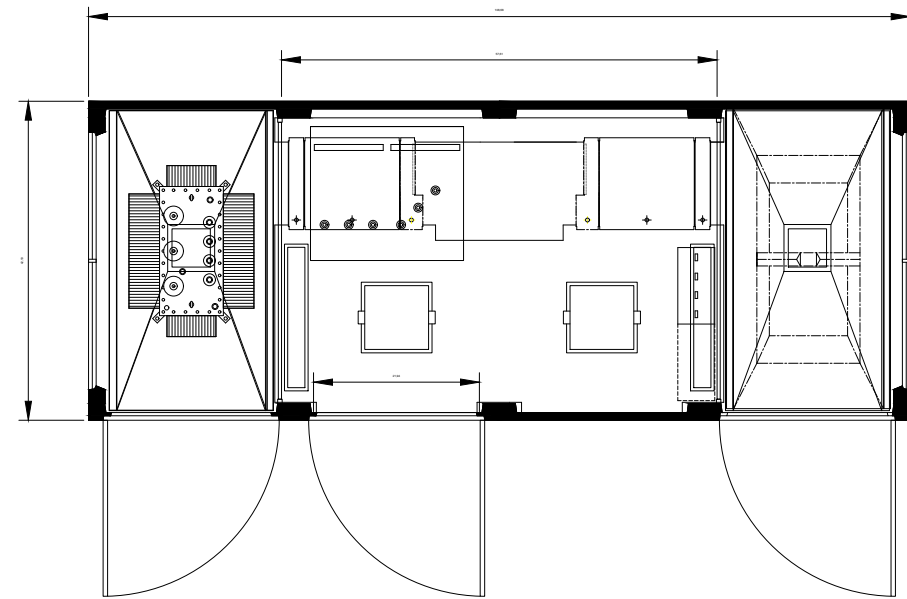
VISTA DE LA EXCAVACION



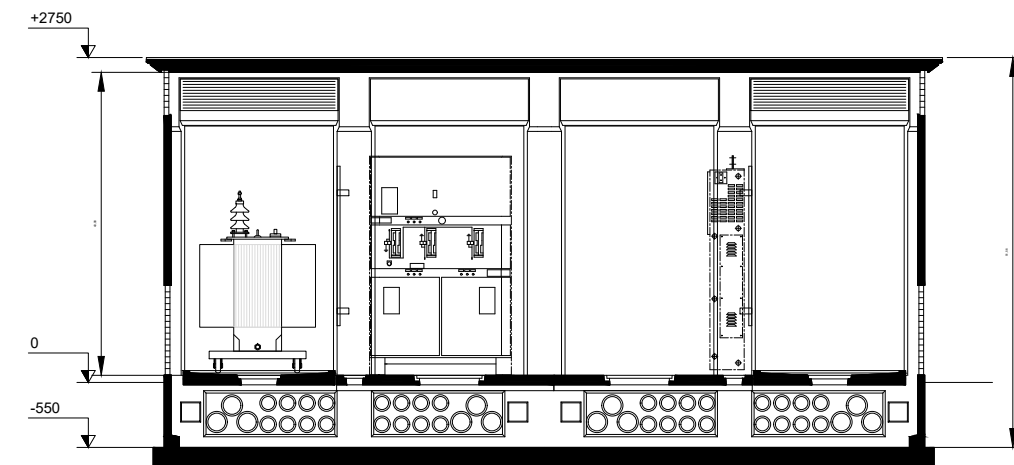
SECCION DEL FOSO

DIMENSIONES (EN METROS)	A	B	C
EHC36-1	3.50	4.50	0,530
EHC36-2	3.50	7.00	0,530
EHM36-3	3.50	5.30	0,700
EHM36-3A	3.50	6.40	0,700
EHM36-4	3.50	7.70	0,700
EHM36-5	3.50	10.10	0,700
EHM36-6	3.50	12.50	0,700
EHM36-7	3.50	14.90	0,700

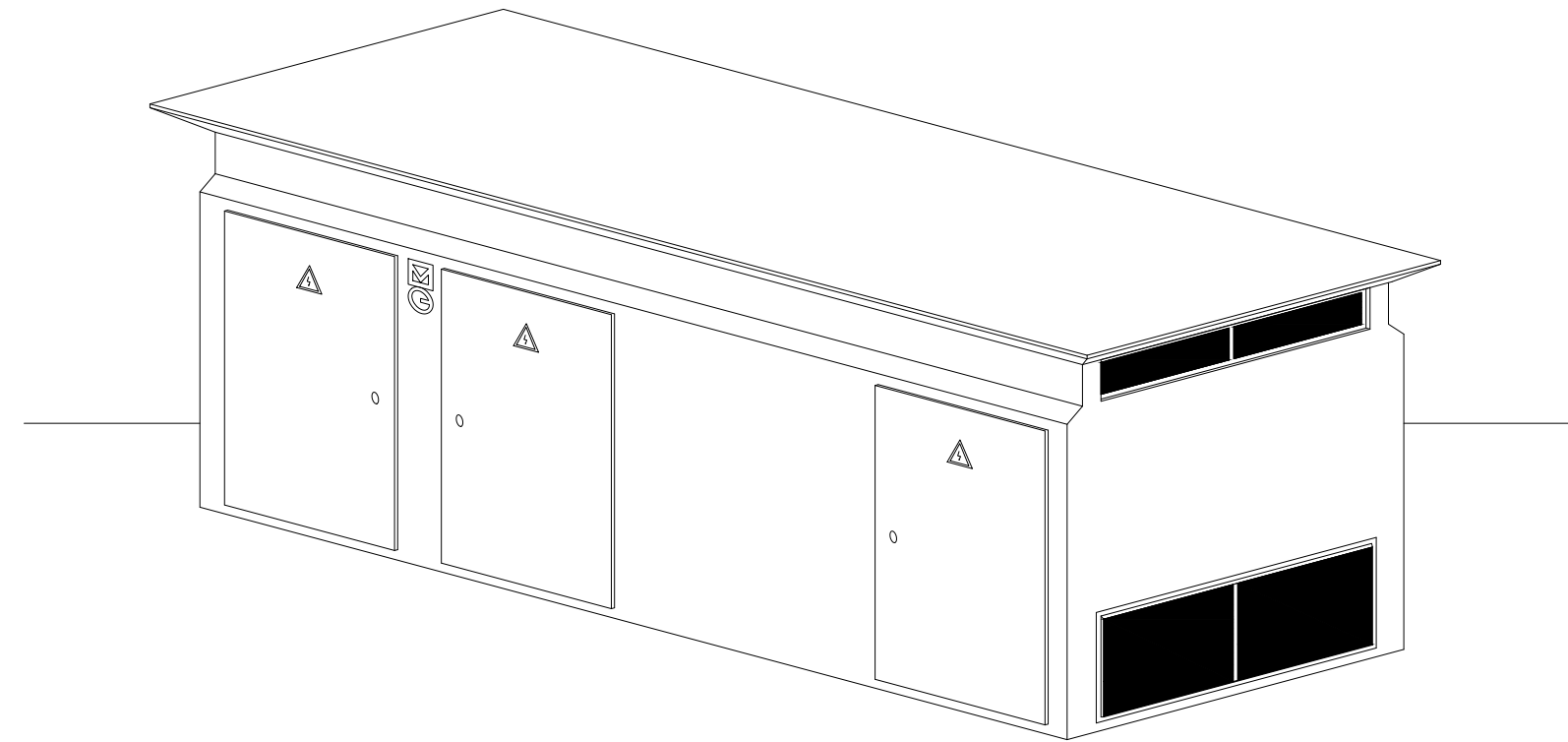
CONDICIONES QUE EL CLIENTE DEBERA CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACION:
- Debera existir un camino hasta la zona de ubicacion del centro suficiente para el acceso de un camion de 24 toneladas (ancho del camino mayor de 3 metros).
- La zona de ubicacion del centro estara libre, en sus zonas limitrofes, de obstaculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro.
- El lecho de arena de 150 milímetros de espesor minimo, sera por cuenta del cliente, y debera estar realizado con anterioridad a la instalacion del centro segun se indica en el dibujo superior.




PLANTA

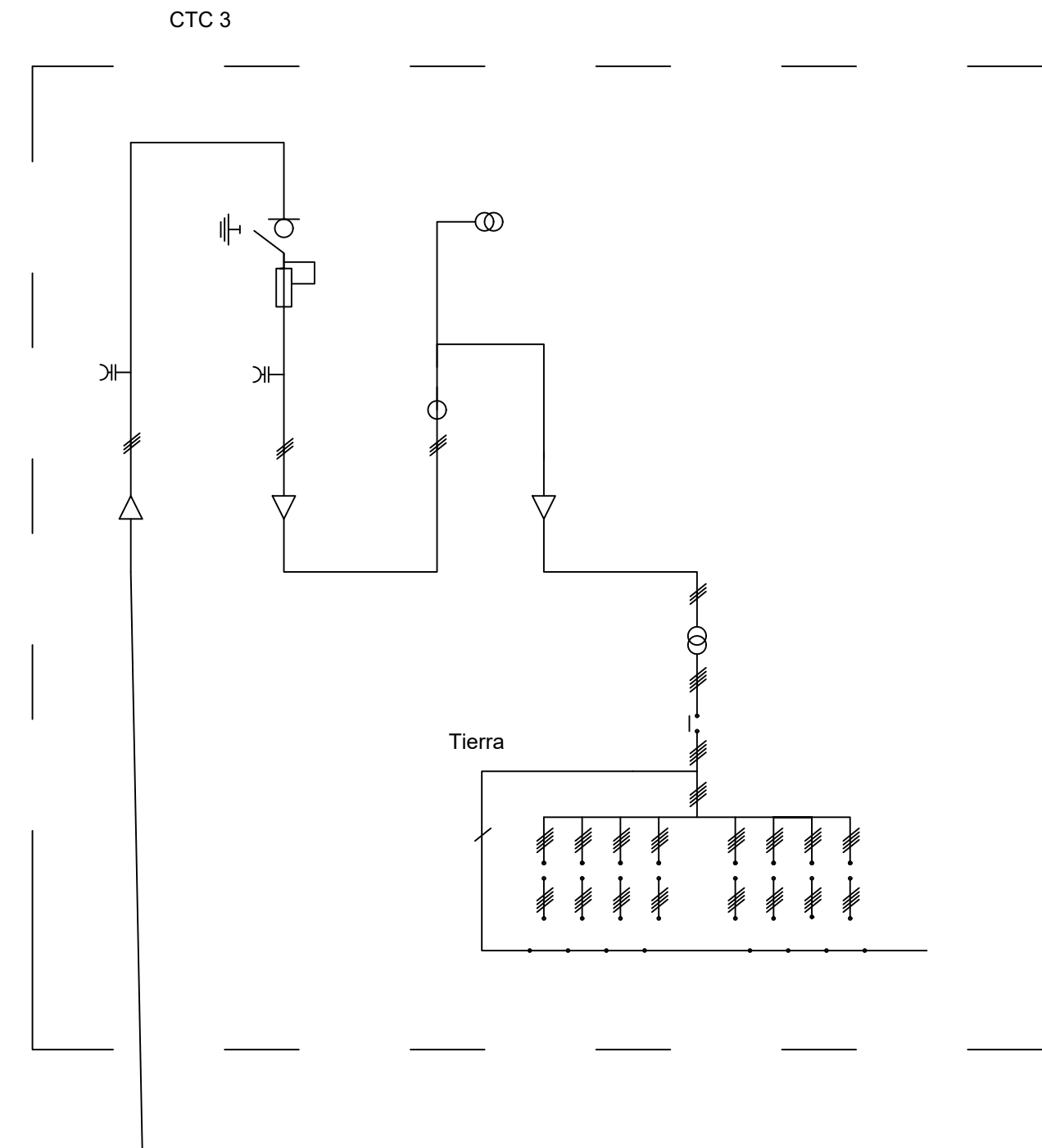
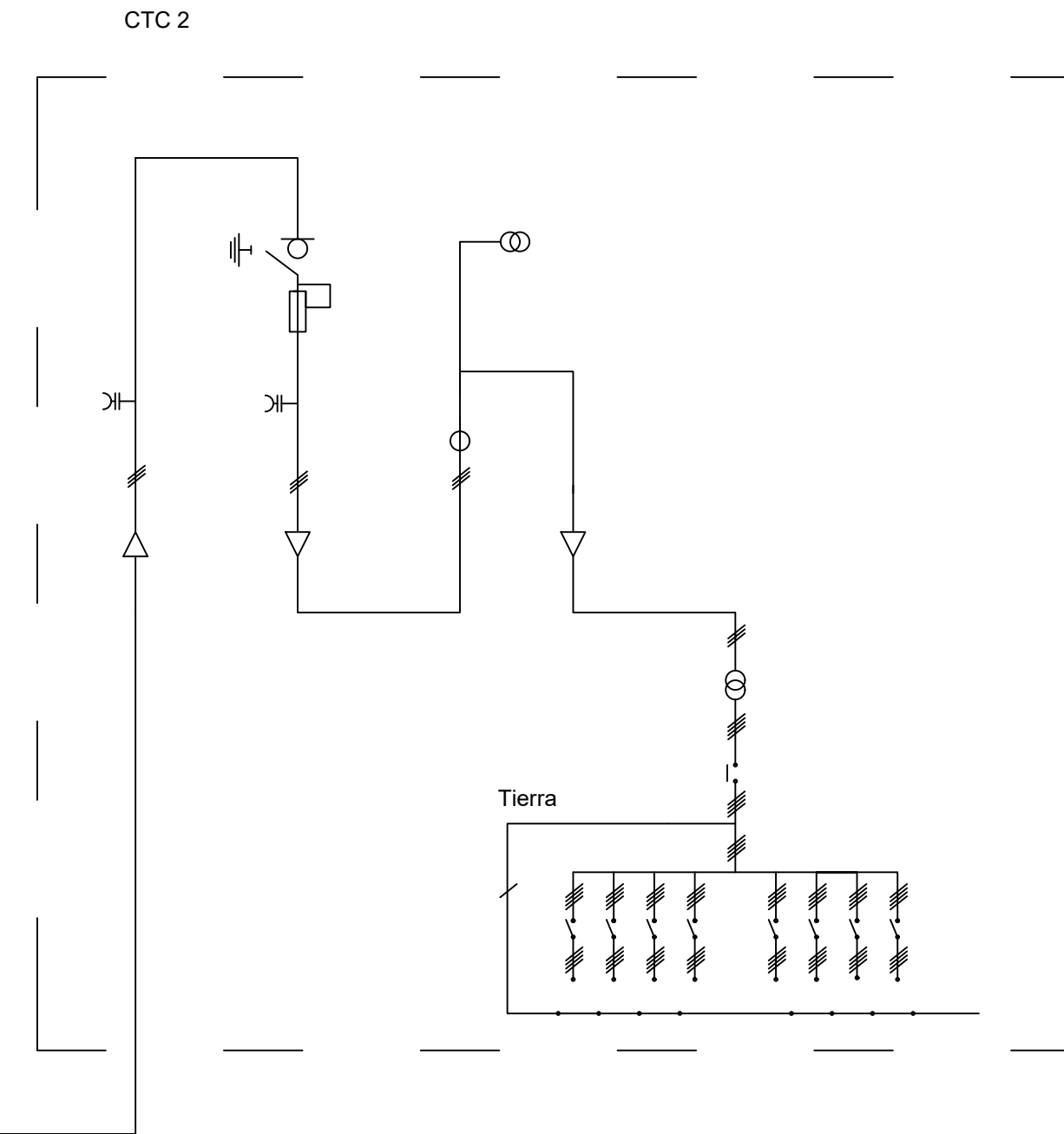
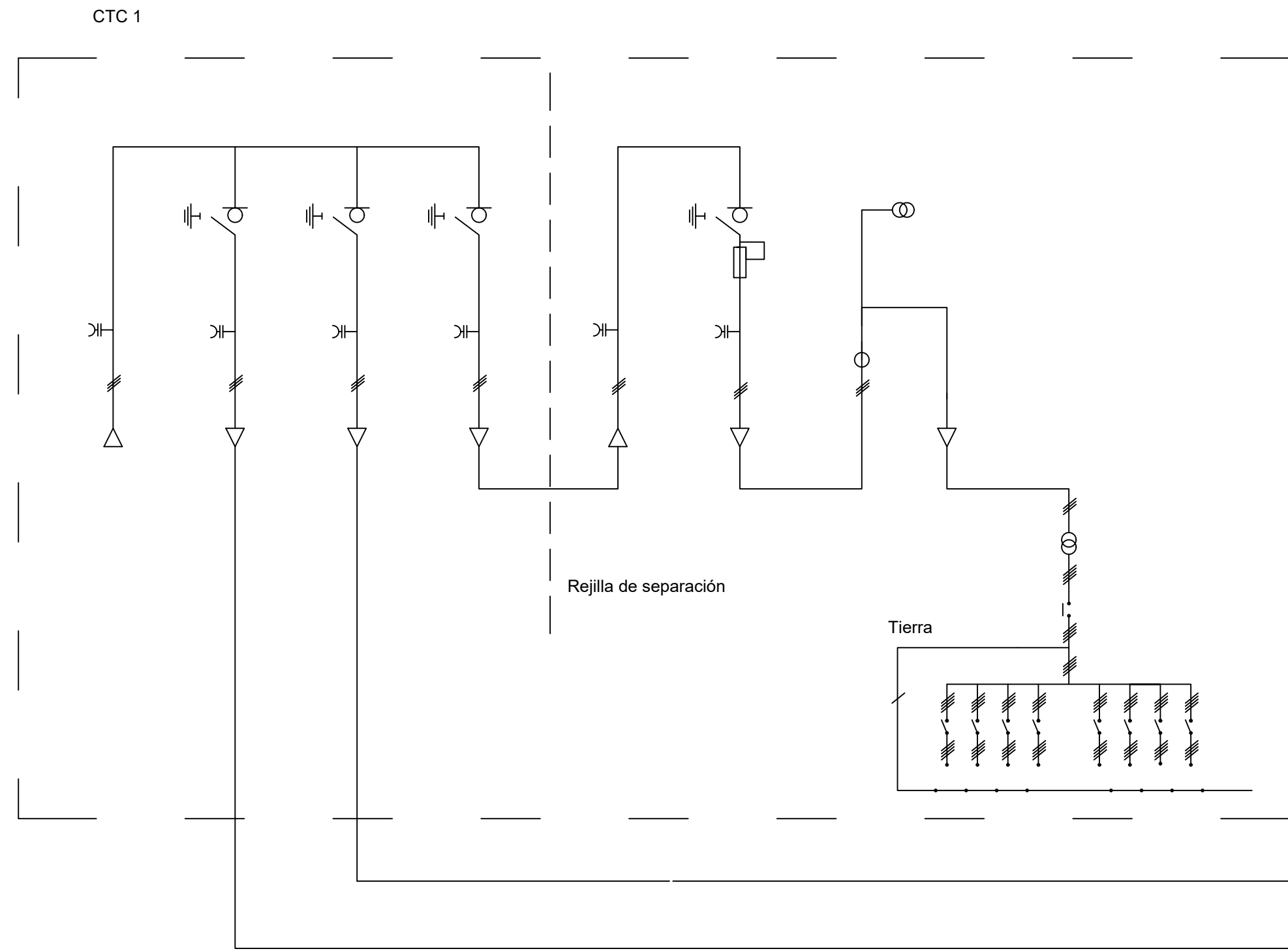
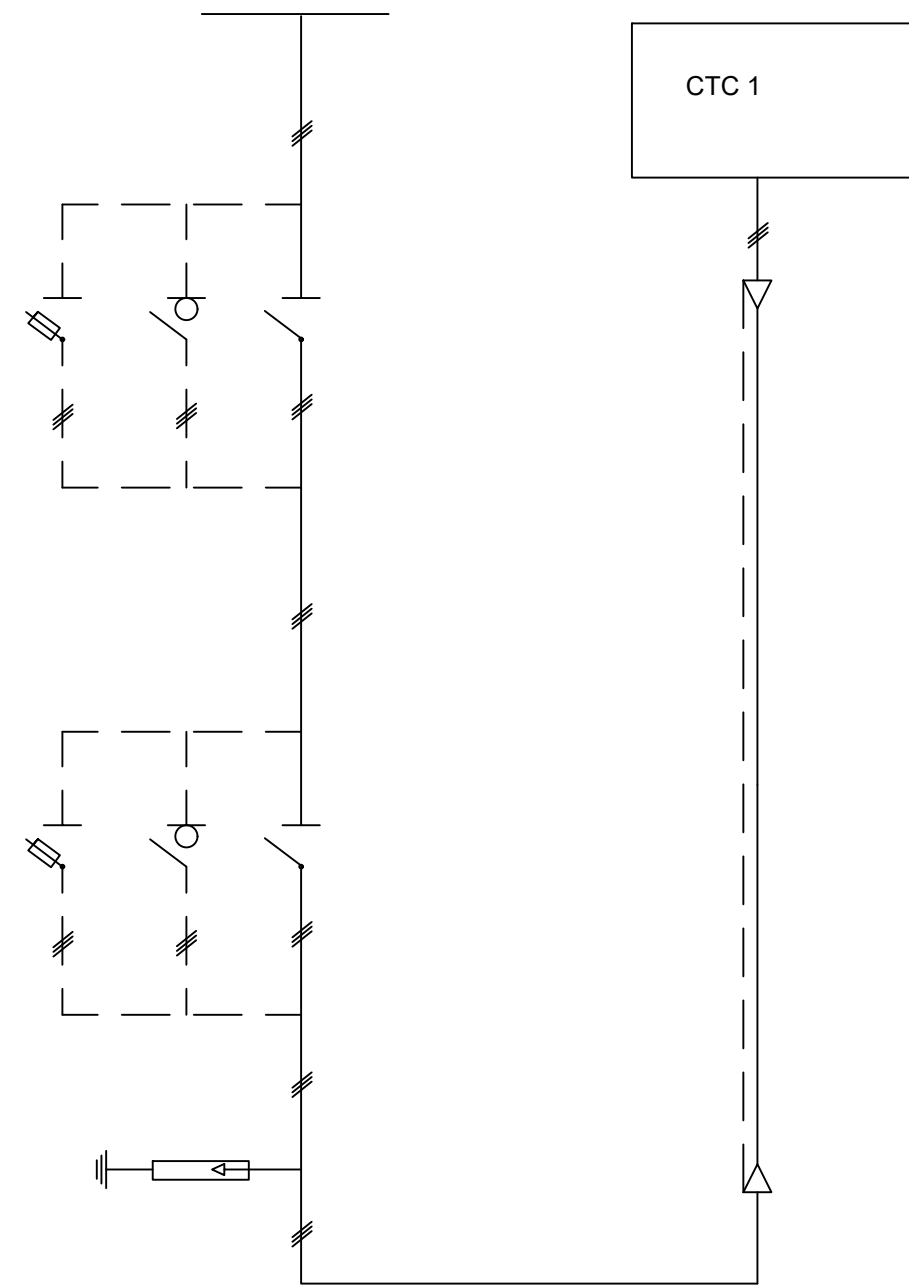



SECCION



PERSPECTIVA

Escala: S/E	Título de documento: CENTRO DE CASETA	Creado por: Cristina Diego Cavia	
 E.T.S.I. Industriales y T.	Título. Título suplementario. EDIFICIO PREFABRICADO Y FOSO	Aprobado por	Rev.
		Referencia técnica	Idioma Es
		Fecha: 25 -Mar- 2019	Nº de Plano: 11



Escala: S/E	Título del documento: ESQUEMA UNIFILAR	Creado por: Cristina Diego Cavia	
		Aprobado por	Rev.
E.T.S.I. Industriales y T. 	Título. Título suplementario.	Referencia técnica	Idioma Es
		Fecha 25 - Mar - 2019	Nº de Plano 12

Pliego de condiciones

**DISEÑO L.M.A.T. DE 30 kV PARA EL ABASTECIMIENTO DE UN
POLÍGONO**

4. PLIEGO DE CONDICIONES	104
4.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	104
4.1.1 <i>Objetivo</i>	104
4.1.2 <i>Campo de aplicación</i>	104
4.1.3 <i>Disposiciones generales</i>	104
4.1.4 <i>Organización en el trabajo</i>	105
4.1.5 <i>Disposición final</i>	108
4.2 LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	109
4.2.1 <i>Objetivo y campo de aplicación</i>	109
4.2.2 <i>Ejecución del trabajo</i>	109
4.2.3 <i>Cimentación</i>	109
4.2.4 <i>Armado e izado en los apoyos</i>	110
4.2.5 <i>Tendido</i>	110
4.2.6 <i>Materiales</i>	111
4.2.7 <i>Tolerancias</i>	111
4.2.8 <i>Inspecciones</i>	112
4.3 REDES SUBTERRÁNEAS. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	112
4.3.1 <i>Objetivo y campo de aplicación</i>	112
4.3.2 <i>Ejecución del trabajo</i>	113
4.3.3 <i>Transporte de bobinas de cables</i>	117
4.3.4 <i>Tendido de los cables</i>	118
4.3.5 <i>Protección mecánica</i>	118
4.3.6 <i>Señalización</i>	119
4.3.7 <i>Cierre de zanjas</i>	119
4.3.8 <i>Reposición de los pavimentos</i>	119
4.3.9 <i>Puesta a tierra</i>	119
4.3.10 <i>Montajes diversos</i>	120
4.3.11 <i>Inspecciones</i>	120
4.3.12 <i>Materiales</i>	120
4.3.13 <i>Recepción de la obra</i>	120
4.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	121
4.4.1 <i>Calidad de los materiales</i>	121
4.4.3 <i>Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad</i>	121

4. Pliego de condiciones

4.1 Pliego de condiciones generales

4.1.1 Objetivo

Este pliego de condiciones indica los requisitos a los que se debe de ajustar la ejecución de instalaciones para el abastecimiento de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en él.

4.1.2 Campo de aplicación

Se refiere a la construcción de una red aérea-subterránea de media tensión, así como el centro de transformación.

4.1.3 Disposiciones generales

La obra deberá de cumplir lo indicado en la Norma UNE-24042 (Contratación de obras. Condiciones Generales)

4.1.3.1 Condiciones facultativas legales

Las obras del proyecto además de lo mencionado en este documento se regirán por lo especificado en:

El Código Civil, art.1544 referente al arrendamiento de obras y servicios.

Estatuto de los trabajadores, Ley 8/1980 de marzo. Donde se encuentran artículos como:

Art 4: Derechos laborales

Art 42: Responsabilidad empresarial en caso de subcontrata de obras y servicios

Art 49: Extinción de contrato

Ley 8/1988 de 7 de abril. Donde se encuentran artículos como:

Art 6: Infracciones leves en materia laboral

Art 7: Infracciones graves en materia laboral

Art 8: Infracciones muy graves en materia laboral

Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre. Texto refundido de la Ley general de la Seguridad Social.

Código penal: Art. 499 bis, delitos contra la libertad y la regulación en el trabajo.

Los preceptos sobre Seguridad e Higiene en el trabajo que contengan las Ordenanzas Laborales, Reglamentos de trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor.

4.1.3.2 Seguridad en el trabajo

El Contratista deberá prever cuanto fuese necesario para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos y equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropas sin accesorios metálicos y evitaren el uso innecesario de objetos de metal. Se utilizará calzado aislante o al menos sin clavos en las suelas.

Mientras los operarios trabajen en circuitos y equipos de tensión o en su proximidad deberán evitar el uso de pendientes o piercings sin importar la localización de estos.

Metros, reglas, útiles limpiadores, y demás herramientas deben evitar el estar formados por material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas aislantes. Se utilizará calzado aislante o al menos sin clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para reducir los riesgos profesionales.

El Director de Obra podrá suspender o pausar los trabajos si estima que el personal está expuesto a peligros tanto de nivel tolerables como moderables.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista por escrito el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista, en cualquier momento independientemente del estado de la obra, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo en la forma legalmente establecida.

4.1.3.3 Seguridad pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y elementos de los peligros procedentes de los trabajos o maniobras, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista tendrá y mantendrá una póliza de seguros que lo proteja a él como a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños y responsabilidad civil en un nivel suficiente.

4.1.4. Organización en el trabajo

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siguiendo las indicaciones del Director de Obra.

4.1.4.1 Datos de la obra

El Contratista recibirá una copia de los planos y pliego de condiciones del proyecto. A su vez este recibirá todos los datos que necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota y sacar copias a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del proyecto, así como de todos los documentos. Las copias pueden ser utilizadas por los empleados y obreros pero han de ser devueltos al Director de Obra después de su utilización.

El Contratistas se hará cargo de la seguridad y la buena conservación de los documentos originales del proyecto.

El Contratista en un plazo inferior a los 2 meses después de la terminación de los trabajos deberá actualizar toda la documentación y los datos de acuerdo con las características de la obra terminada. Se incluirá la realización de nuevos planos. Se entregará al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

Salvo previa autorización del Director de Obra, el Contratista no tiene la autoridad para realizar alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto.

4.1.4.2 Replanteo de la obra

El Director de Obra deberá hacer el replanteo de las obras con especial fijación en los puntos singulares una vez que el contratista esté en posesión del proyecto antes de comenzar las obras. Se prestará atención a las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las obras.

Los gastos del replanteo serán a cuenta del Contratista.

Se levantará por duplicado Acta, en el que constará los datos entregados de una forma clara y sencilla, la firma del Director de Obra y el representante del Contratista.

4.1.4.3 Mejoras y variaciones del proyecto

Se considerarán como mejoras aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y acompañadas de su presupuesto antes de proceder a su ejecución.

4.1.4.4 Recepción del material

Tanto el Director de Obra como el Contratista deberán dar su aprobación sobre el material que es suministrado y confirmarán que se permite su instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

4.1.4.5 Organización

El Contratista actuará de patrono legal. Aceptará todas las responsabilidades y quedará obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente se establezcan, se legislen y se decreten.

El Contratista estará a cargo de la organización de la obra y la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen y le corresponde la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá informar al Director de obra de todos los planes de organización técnica de la obra, la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

El Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos se deban efectuar. Para los gastos cuyas cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales del mercado el Contratista deberá pedir la aprobación previa al Director de obra. El Director de obra tendrá un plazo de 8 días para dar respuesta a las peticiones del Contratista, salvo en casos de reconocida urgencia en los que se dará la respuesta en un plazo inferior.

4.1.4.6 Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones.

El Director de obra tendrá que dar su aprobación por escrito al Contratista para cualquier alteración de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de obra en relación el proyecto como en las condiciones técnicas especificadas.

El Contratista no podrá utilizar en ninguno de los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficiente especializado a juicio del Director de obra.

4.1.4.7 Plazo de ejecución

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables. Los plazos de ejecución total y ejecución parciales se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo. Los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de obra debidos a exigencias de la realización de las obras.

El Director de obra tiene la capacidad para afectar en los plazos si se ve obligado pero el Contratista no podrá afectar en ellos.

Si el Contratista no fuera capaz de empezar los trabajos en la fecha prevista por causas mayores se concederá por el Director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

4.1.4.8 Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los 15 días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del Representante del Contratista. Se levantará Acta en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados y será firmada por el Director de Obra y el Representante del Contratista. Desde ese instante comenzará a contar el plazo e garantía.

Tanto en caso satisfactorio de estado o no de la obra se realizará un Acta en la que de indicará las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos en caso de haberlos. En caso de encontrar defectos a reparar se fijará un nuevo plazo de ejecución y expirado este se realizará otro reconocimiento. Estas obras de reparación serán por cuenta del Contratista. En caso de que el Contratista no cumpla cubrir ese coste podrá rescindirse el contrato con pérdida de fianza.

4.1.4.9 Periodos de garantía

El periodo de garantía empezará a contar una vez firmado un Acta de Recepción satisfactorio en el que se indique que las obras cumplen con las especificaciones.

El periodo de garantía se especificará en el contrato.

El Contratista será el responsable de la conservación tanto de los materiales de la obra como de la obra.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la obra.

4.1.4.10 Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato se procederá a la recepción definitiva de las obras con la presencia de del Director de Obra y del representante del Contratista para levantarse un Acta por duplicado.

4.1.4.11 Pago de las obras

El pago de las obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se realizarán mensualmente. En dichas certificaciones solo aparecerán reflejadas las unidades de obra totalmente terminas que se hubieran realizado en el plazo de tiempo correspondiente.

La comprobación, aceptación o modificación de cualquier certificado deberá quedar terminada por el Director de obra y el Contratista en un plazo de 15 días.

4.1.5 Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

4.2 Líneas aéreas de media tensión. Pliego de condiciones técnicas

4.2.1 Objetivo y campo de aplicación

Este pliego de condiciones determina las condiciones técnicas mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la parte de aérea de la línea.

4.2.2 Ejecución del trabajo

La responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deban realizarse recae en el Contratista.

4.2.2.1 Apertura de hoyos

Las dimensiones de la apertura de hoyos se realizarán lo más posible a como este indicado en el proyecto o en su defecto a las dimensiones que el Director de Obra considere óptimas. Cuando sea necesario variar el volumen de los hoyos se necesitará la confirmación del Director de Obra. Las paredes de los hoyos serán de forma vertical.

El contratista se compromete a tomar las disposiciones necesarias para dejar el mínimo de tiempo posible abiertas todas las excavaciones.

El contratista se compromete a tomar todas las medidas de seguridad necesarias durante el proceso de apertura en el tiempo que el hoyo este abierto y una vez cerrado con las indicaciones visuales correspondientes.

Si es necesario el uso de explosivos en la excavación el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior partículas o piedras que puedan dar lugar a accidentes.

4.2.2.2 Transporte y acopio a pie de hoyo

Los apoyos no serán arrastrados o golpeados. Los apoyos de hormigón se transportarán en góndola por carretera hasta el almacén de obra. Después se usarán carros especiales. Se tendrá especial cuidado en su manipulación para evitar el deteriorado del armado.

En las zonas donde se prevea que se pueden producir robos, solo se acopiarán la tornillería o piezas pequeñas que vayan a quedar armadas durante la jornada de trabajo con el fin de evitar posibles robos.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos, realizando listas, avisando al Director de obra sobre los cambios que se realicen.

4.2.3 Cimentación

El tipo de cimentaciones se clasifican según sean cimentaciones en roca, cimentaciones en tierra o mixtas. Las cimentaciones en roca son aquellas en las que la roca se localiza o a nivel superficial o a poca profundidad y se realizan anclando con pernos a la piedra el apoyo. Las cimentaciones en tierra son aquellas en las que el hoyo puede realizarse con los medios mecánicos habituales.

Para las cimentaciones en tierra se usarán monobloques de hormigón teniendo especial cuidado en la resistencia que tenga este, la consistencia de la masa y el tamaño de los áridos que se utilizan. Se tendrá cuidado con la relación agua/cemento de la masa.

El volumen de masa retirada del hoyo se utilizará para mejorar la nivelación de los terrenos por los que pasa la línea en caso de obtener las suficientes autorizaciones necesarias. Este trabajo se realizará por el Contratista.

4.2.4 Armado e izado en los apoyos

Para el armado de los apoyos se utilizará una de las 2 modalidades siguientes:

Armado en el suelo para izar las torres completas con grúa.

Armado e izado por elementos con pluma y otros elementos adecuados.

Para cualquiera de las dos formas de armado se tendrá en cuenta que se deberán desecharán todas las piezas que presenten deformaciones o defectos importantes. Se usarán llaves de tubo y barras de montaje que no deterioren la estructura ni la tornillería. Las estructuras armadas en el suelo se calzarán debidamente para que no se produzcan deformaciones en el material. Tanto en el armado en el suelo como en el izado por elementos no se apretarán totalmente las uniones hasta que la torre esté terminada y se compruebe que su ejecución es correcta. Antes de proceder al izado de los apoyos será necesario elegir una grúa que pueda izar una torre en la situación más desfavorable que se pueda producir.

Cuando el izado de algún apoyo esté próximo a una línea eléctrica se tomarán todas las precauciones posibles. Si es necesario se deberá de solicitar el corte de corriente a la Compañía Eléctrica.

4.2.5 Tendido

Todas las protecciones necesarias deben estar colocadas antes de comenzar el tendido. En caso de cruzamientos con líneas eléctricas se comunicará a la compañía eléctrica para estudiar si es necesario un corte de corriente para adecuar los trabajos, el momento exacto el corte y una estimación de la duración de este. En todos los cruzamientos con carreteras se dispondrán de señales de tráfico de obras, limitaciones de velocidad, de peligro y aquellas que el Director de obra considere necesarias.

Se pondrá atención en el armado de las cadenas de todos los herrajes y aisladores estén provistos de sus pasadores, arandelas planas y de presión. Cuando se coloquen las cadenas en los apoyos estarán libres de polvo, barro o cualquier tipo de suciedad. En grapas con estribos atornillados se apretarán alternativamente y de forma progresiva para conseguir una presión uniforme de las almohadillas sobre los conductores.

La ubicación de las bobinas para el tendido se realizará teniendo en cuenta las longitudes disponibles y la forma de realizar el tendido.

Las poleas de tendido se engrasarán para que el rozamiento sea el mínimo posible.

Todos los árboles, arbustos o maleza que puedan estorbar para las regulaciones deberán ser cortados. Se deberán obtener todos los permisos correspondientes de la propiedad y de la administración.

4.2.6 Materiales

4.2.6.1 Apoyos

Los apoyos que se utilizarán cumplen las indicaciones que se indican en la NORMA UNE 207017. Cumpliéndose en los elementos de fijación la UNE 17115 y en los aceros para la estructura la UNE-EN 10025.

4.2.6.2 Herrajes

Los herrajes que utilizamos en estarán galvanizados.

4.2.6.3 Aisladores

Los aisladores que se utilizarán en las cadenas de suspensión seguirán la norma UNE 21124

Los aisladores que se utilizarán en las cadenas de amarre seguirán la recomendación UNESA 6612-C

Algunas de las normas de consulta son:

UNE 21009: Medidas de los acoplamientos para rotula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores.

UNE 21128: Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de cadenas de aisladores.

4.2.6.4 Conductores

Los conductores cumplirán las características indicadas en la memoria de este proyecto.

4.2.6.5 Calidad de la cimentación

El Director de obra podrá encargar ensayos con el hormigón que se desea emplear para comprobar que cumple las especificaciones necesarias. El Director de obra deberá autorizar al personal que se encargue de los ensayos.

El Director de obra tiene la autoridad de mandar repetir una cimentación si considera que el resultado no cumple con los requisitos necesarios.

4.2.7 Tolerancias

Si se habla de la tolerancia a la hora de la colocación de una estructura. Los desplazamientos de los apoyos sobre su alineación cumplen $d < (D/100) + 10$

Siendo:

d = desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real

D = distancia en metros entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo

Si hablamos del desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea respecto la situación prevista no debe suponerse un aumento en la altura del apoyo y las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las que son previstas en el Reglamento

Si hablamos de la verticalidad de los apoyos y nos centramos en los apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2% sobre la altura del apoyo.

Las máximas variaciones admitidas en la altura de las flechas será un 3% entre dos conductores situados en el plano vertical o un 6% entre dos conductores situados en el plano horizontal. La medición de las flechas se hará en función de lo indicado en la norma UNE 21 101.

Si hablamos de los aisladores, los aisladores no suministrados por el Contratista tendrán una tolerancia admitida de elementos estropeados del 1,5%

Si hablamos de los conductores. La cantidad de conductor a cargo del Contratista se obtiene multiplicando el metro de conductor por la suma de las distancias reales medidas entre los ejes de los pies de apoyos, aumentadas en un 4% cualquiera que sea la naturaleza del conductor, con objeto de tener así en cuenta las flechas, puentes, ect.

4.2.8 Inspecciones

Al final de esta construcción se deberán de verificar diferentes tareas:

Se verificará que las dimensiones de las excavaciones de los apoyos coinciden con las marcadas con el fabricante.

Se verificará que el hormigón utilizado para las cimentaciones de los apoyos cumple los requisitos establecidos.

Se verificará la verticalidad por ambas caras de los apoyos y la verticalidad de las cadenas de suspensión.

Se verificará la realización de las conexiones de las tomas a tierra y que los valores de las tomas de tierra de los apoyos sean inferiores a 20 ohmios

Se verificará que todos los materiales sobrantes y herramientas hayan sido recogidos

4.3 Redes subterráneas. Pliego de condiciones técnicas

4.3.1 Objetivo y campo de aplicación

Este Pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de la línea subterránea de distribución. Trata sobre el suministro e instalación de materiales necesarios para la ejecución de la línea subterránea en media tensión.

4.3.2 Ejecución del trabajo

La ejecución del trabajo corresponde al Contratista y la responsabilidad de los trabajos que deban realizarse.

4.3.2.1 Trazado

Las canalizaciones se realizarán en dominio público salvo en casos de fuerza mayor, donde se negociará con los propietarios de los terrenos. En el trazado se busca que los tramos sean rectos paralelos a aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. Deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Se realizará un aviso a todos los ciudadanos, casas o comercios que se vean afectados por el paso de la línea.

Antes de comenzar con las obras se marcará sobre el pavimento la situación de las zanjas y se señalarán con los elementos visuales necesarios. Se realizarán unas calas de reconocimiento del terreno para confirmar o cambiar el trazado de la línea. Una vez confirmado el trazado en las zanjas se indicará su anchura como su longitud. Se marcarán las zonas donde se coloquen las llaves para la contención del terreno. Si es posible conocer las acometidas de otros servicios que reciben las fincas por las que pasará la línea se indicarán para poder tomar las precauciones necesarias.

Se estudiarán las protecciones necesarias tanto para las zanjas como para todos los pasos necesarios para los accesos a los portales de las viviendas, como de los comercios. Se calcularán el número de chapas de hierro que se emplearán en la calzada para garantizar el paso de los coches.

Se cumplirá con las normas municipales aplicables a la obra en todo momento.

4.3.2.2 Apertura de zanjas

Antes de realizar la apertura de las zanjas se harán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Las paredes de la zanja serán verticales. La profundidad mínima de las zanjas será de 0,7 m en un terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad, de 25°C

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna.

Se deben tomar todas las precauciones para que los diferentes registros que se puedan encontrar no queden tapados o ocultos con tierra.

Durante la apertura de las zanjas se debe garantizar en todo instante el movimiento de los peatones y de los coches por la vía pública. Se intentará obstaculizar lo menos posible los flujos de movimiento del entorno. Los accesos a los comercios y a las viviendas no deben verse afectados.

La organización y la señalización es un factor de máxima importancia.

Cuando se marque el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar.

Conductor	Diámetro exterior aproximado mm	Radio mínimo de curvatura mm
RHZ 26/45 240 mm ²	45	900

Se utilizará tubo de diámetro exterior de 160 mm para canalizar secciones de cable de 150 y 240 mm².

4.3.2.3 Canalización

Las canalizaciones no deben discurrir bajo la acera próximas a las de gas, son incompatibles, aun guardando las distancias suficientes.

Las canalizaciones de la línea deben discurrir en planos inferiores a los de baja tensión existentes.

4.3.2.4 Zanja

Cuando en una zanja coincidan varios cables de diferentes tensiones se colocarán en bandas horizontales en diferentes niveles de tal forma que se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre bandas de cables será como mínimo de 20 cm y la distancia entre cables de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

4.3.2.4.1 Cable directamente enterrado

La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando se encuentran cruzamientos.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente. En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Encima del cable irá otra capa de 10 cm de espesor de arena. El Director de obra deberá revisar que la arena cumple las características necesarias para su uso. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra.

Los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico. Se admitirá también la colocación de placas con la misión de proteger mecánicamente y para señalizar.

4.3.2.4.2 Cable entibado

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menos de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, en zanjas hormigonadas. El diámetro interior de los tubos no será inferior a la vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso y se eliminará de su interior cualquier clase de suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado. No se instalará más de un circuito por tubo. Se evitará los cambios de dirección de las canalizaciones entibadas.

En los tramos rectos cada 15 o 20 cm se dejarán calas abiertas con una longitud mínima de 2 cm para la facilitación del tendido del cable que una vez realizado el trabajo se deberán cerrar.

Para los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo. No se admitirán ángulos inferiores a 90°, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

Las arquetas podrán disponerse con tapas registrables o no. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entibadas deberán quedar debidamente selladas en los extremos. La arqueta se rellenará con arena al menos hasta cubrir el cable. La situación de los tubos en el interior de la arqueta será la que permite el máximo radio de curvatura.

4.3.2.4.3 Número de Tubos en las Zanjas

El número de tubos a instalar será siempre par, debiendo existir en todo caso un tubo de reserva.

4.3.2.4.4 Características de las Arquetas

Las arquetas se instalarán a una distancia aproximada de 40 m en los tramos rectos de la canalización y también se instalarán en todos los cambios de dirección.

La profundidad de las arquetas será al menos 10 cm mayor que la profundidad de la canalización.

Se deberán utilizar las tapas de las arquetas homologadas y estas deberán cumplir con las necesidades de resistencia mecánica.

Las características de las tapas de las arquetas y sus marcos tomaran como referencia lo indicado en la Norma NT-TAMB.01 de VIESGO.

4.3.2.4.5 Cruzamientos y paralelismos

Según lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, en las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y la construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables se colocarán en canalizaciones entibadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

En los cruzamientos con otros cables de energía eléctrica los cables de alta tensión discurrirán por debajo de los cables de baja tensión. La distancia mínima entre cables será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado posterior estará separado por tubos, o divisorias, con una resistencia a la compresión de 450N y que soporten un impacto de 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En los cruzamientos con cables de telecomunicación la distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,5 metros. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 metro de largo como mínimo de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables sea mayor que la mínima establecida.

En los cruzamientos con canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce.

En los cruzamientos con canalizaciones de gas la distancia mínima que debe mantenerse es de 0,4 m. Cuando no pueda mantenerse la distancia deberá colocarse una protección. Esta protección suplementaria será de materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos) y reduce la distancia mínima a 0,25 m.

En los cruzamientos con las conducciones de alcantarillado se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admite incidir en su interior aunque si en su pared.

En los cruzamientos con depósitos de carburante los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

En un caso de paralelismo con otros cables de energía eléctrica, los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniéndose entre ellos una distancia mínima de 0,25m.

En un caso de paralelismo con canalizaciones de agua la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,2 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro.

Se mantendrá una distancia mínima de 0,2 metros en proyección horizontal y también que la canalización de agua quede por debajo el nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

En un caso de paralelismo con canalizaciones de gas las distancias mínimas serán las indicadas en la tabla.

TABLA	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión > 4 bar	0,4 m	0,25 m
	En media y baja presión < 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior	En alta presión > 4 bar	0,4 m	0,25 m
	En media y baja presión < 4 bar	0,20 m	0,10 m

4.3.3 Transporte de bobinas de cables

Se cumplirán los principios básicos en todo momento.

Las bobinas no se podrán rodar ni arrastrar. Al utilizar la apiladora se evitará choques con la bobina. Las bobinas no se podrán transportar ni almacenar con el empalme en posición horizontal. Para almacenar dos bobinas del mismo ancho, se alinearán los empalmes en el mismo plano.

La carga, la descarga y el transporte para distancias cortas, se podrá realizar mediante un equipo de izamiento o suspensión, debiendo utilizarse un dispositivo que evite cualquier daño a las bobinas. No se deberá realizar ningún esfuerzo de compresión o movimiento brusco.

Durante el movimiento de la bobina deberán usarse dispositivos para evitar el rompimiento o daños de la cinta de amarre de acero. El levantamiento de la bobina deberá realizarse utilizando una barra de sustentación, que deberá pasar a través del agujero frontal de la bobina. El ángulo que forma la cadena debe ser inferior o igual a 60°. La cadena debe instalarse manteniendo el gancho centralizado, evitando la oscilación de la bobina.

En la carga, el transporte en camiones o remolques deberá realizarse con empalmes en posición vertical. El eje de la bobina debe encontrarse perpendicularmente a la dirección de la marcha. Deberán encajarse por medio de cuñas adecuadas para evitar que rueden. Se debe evitar su desplazamiento lateral. Las bobinas no deben sobrepasar el ancho de la plataforma de transporte.

En la descarga, nunca se debe descargar la bobina dejándola caer del camión al suelo. Después de la descarga siempre se calzará la bobina.

En los lugares donde se almacenen las bobinas deberá existir un drenaje adecuado para evitar la acumulación de agua y se garantizará una correcta ventilación del lugar. No se recomienda el almacenamiento en suelos con un desnivel mayor al 2%.

4.3.4 Tendido de los cables

Antes de empezar con el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con el objetivo de facilitar el tendido. En el caso de que el suelo presente una pendiente, es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Para el tendido la bobina está siempre elevada y sujeta por barras y gatos adecuados al peso de esta. Además son importantes los dispositivos de frenado. El desenrollado del conductor se realizará de forma que esté salga por la parte superior de la bobina.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión o hagan bucles. Siempre se deberá tener en cuenta que el radio de los mismo no sea inferior a 20 veces su diámetro durante el tendido ni inferior a 15 veces el diámetro aparente una vez instalados.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y de medios de comunicación adecuados. También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado del conductor que no debe exceder de 3kg/mm². Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir la tracción y poder tomar las medidas necesarias.

En las canalizaciones entibadas el tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos para evitar el rozamiento del cable con el suelo. Antes de pasar el cable por la canalización se limpiará para evitar que resulte dañado.

No se permitirá el desplazamiento lateral el cable mediante el uso de palancas u otros útiles con el fin de que no sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a los 0 grados centígrados no se podrá realizar el tendido del cable debido a la rigidez que el aislamiento presenta en esas condiciones.

La zanja deberá esta recubierta de una capa de arena de 10 cm en toda su longitud antes de comenzar con el tendido del cable.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados se solapará como mínimo una longitud de 0,5 metros.

En caso de que involuntariamente se cause alguna avería se avisará con urgencia al Director de obra y a la Empresa correspondiente con el fin de subsanar el problema de la forma más eficiente. El Encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos y el número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

4.3.5 Protección mecánica

Las líneas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías debidas a hundimientos de tierras, por contacto con cuerpos duros o choques con herramientas metálicas. Se colocará una placa de PVC o una capa protectora de rasilla o ladrillo, materiales cerámicos y duros, con una anchura de 12,5 por cada cable que se añada.

4.3.6 Señalización

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, e forma que se indiquen a la empresa a la que pertenecen, la designación del circuito, la tensión y sección de los cables. Debe haber una señalización con una cinta de atención en todo cable o conjunto de cables de acuerdo con la recomendación UNESA 0205. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensiones diferentes están superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

4.3.7 Cierre de zanjas

Una vez que se ha colocado el cable, las protecciones y las señalizaciones se rellenará toda la zanja con tierra apisonada. Se deberán de realizar los 0,20 m primeros manualmente y el resto mecánicamente.

El tapado de la zanja se realizará por capas sucesivas de 0,10 m de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con la finalidad de que el terreno quede suficientemente consolidado.

El responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización será el Contratista y por ello será el Contratista quién correrá con la cuenta de las reparaciones que tengan que ejecutarse posteriormente.

4.3.8 Reposición de los pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los terrenos. Deberá lograrse una homogeneidad de forma que el nuevo pavimento quede lo más parecido posible al estado inicial de la obra.

En general, se utilizarán materiales nuevos, salvo materiales que puedan ser reutilizados sin afectar a las características deseadas.

4.3.9 Puesta a tierra

Se realizará la conexión a tierra de las pantallas y armaduras de todas las fases, en cada uno de los extremos y si fuera necesario en puntos intermedios, para garantizar la seguridad de las personas y evitar con esto que existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios se encuentren bajo la acera cercanas a cables eléctricos conviene tomar alguna de las siguientes precauciones:

Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables

Distancia mínima de 0,5 m. entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

4.3.10 Montajes diversos

La instalación de herrajes o cajas terminales y de empalme entre otros deben realizarse siguiendo las instrucciones y norma del fabricante.

4.3.10.1 Armario de distribución

La fundación de los armarios tendrá al menos un mínimo de 15cm de altura respecto al nivel del suelo. Al preparar la fundación se dejarán preparados los tubos y taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede como mínimo 50 cm por debajo de la rasante del suelo.

4.3.11 Inspecciones

Al final de la construcción de esta actividad se deberá verificar que:

Se verificará que las dimensiones de las zanjas se ajustan a las que se marcan en el proyecto o a las normas.

Se verificará que la capa de protección mecánica y la cinta de señalización fueron colocadas.

Se verificará que las dimensiones de las arquetas se ajustan a las que se marcan en el proyecto o a las normas.

Se verificará que todos los materiales sobrantes y herramientas hayan sido recogidos y que el lugar de la obra se encuentre en perfecto estado de revista.

4.3.12 Materiales

El Contratista será quien siempre entregue los materiales que sean empleados a no ser que se especifique lo contrario en el Pliego de condiciones particulares. Los materiales no se podrán emplear si no reciben la aprobación del Director de Obra.

Los cables instalados seguirán las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

Se realizarán cuantos ensayos, análisis o pruebas considere adecuadas el Director de obra, estén o no indicados en el Pliego de condiciones.

4.3.13. Recepción de la obra

Durante la obra o una vez finalizada la obra el Director de obra podrá verificar que los trabajos realizados están realizados de acuerdo con las especificaciones por cuenta del Contratista.

Una vez que las instalaciones estén finalizadas el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra donde se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y pruebas de aislamiento según la Norma UNE.

La conformidad de la instalación por parte del Director de obra deberá darse por escrito al Contratista.

4.4 Centro de Transformación. Pliego de condiciones técnicas

4.4.1 Calidad de los materiales

4.4.1.1 Edificio prefabricado

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo EHC36-2T2L.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

4.4.1.2 Aparamenta de alta tensión.

La aparamenta de A.T. estará constituida por conjuntos compactos serie CAS, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 36 kV.

4.4.1.3 Transformadores

Transformadores secos encapsulados en resina Norma UNE 21.538-1, Ecodiseño 548/2014. Perdidas CENELEC y equipados con 3 sondas PT100, central de temperatura T154, placa de características, ruedas y cáncamos para el transporte.

4.4.2 Pruebas reglamentarias

Una vez ejecutada la instalación, se procederá a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

Resistencia de aislamiento de la instalación.

Resistencia del sistema de puesta a tierra.

Tensiones de paso y de contacto.

4.4.3 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Prevenciones generales:

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación.

Puesta en servicio:

Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

Separación de servicios:

Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Presupuestos

**DISEÑO L.M.A.T. DE 30 kV PARA EL ABASTECIMIENTO DE UN
POLÍGONO**

5. PRESUPUESTOS	126
5.1 CUADRO DE PRECIOS	126
5.2 PRESUPUESTOS PARCIALES	133
5.2.1 Apoyos	133
5.2.3 Conductores	133
5.2.4 Cadenas	133
5.2.5 Tomas a tierra	133
5.2.6 Arquetas	134
5.2.7 CTC	134
5.2.8 Accesorios	134
5.2.9 Autoválvulas y seccionadores	134
5.3. COSTE DE MATERIALES	135
5.4 COSTE DE LA MANO DE OBRA	137
5.7 CÁLCULO DEL COSTE DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD DE LOS OPERARIOS	138
5.5 COSTE DE BRIGADA	139
5.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN DE OBRA	140
5.8 COSTE EN FORMACIÓN PREVENTIVA	140
5.9 COSTE EN CONTROL DE SEGURIDAD	140
5.10 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	141
5.11 PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	141
5.12 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	142
5.13 PLANNING PROVISIONAL	142

5. Presupuestos

5.1 Cuadro de precios

Unidades	Descripción	Rendimiento	€/h	Precio
Línea aérea de 30 kV				
Apoyo metálico serie ACACIA, C-4500-12-B2				
Excavación para cimientos de apoyos metálicos en todo tipo de dureza de terreno incluido transporte de productos sobrantes a vertedero, así como relleno y compactado Hormigonado de la cimentación de apoyos metálicos. Izado de la celosía.				
1 Ud	Maquinaria y herramienta:	0,47h	46,12€/h	21,7 €
1 Ud	Mini retro excavadora sobre neumáticos de 37,5 kW	1,24 h	50,01 €/h	61,96 €
	Camión con grúa de 6 Tn			
1 Ud	Mano de obra y medios auxiliares	2,47 h	18,56 €/h	45,97€
1 Ud	Oficial de primera	2,47 h	17,53 €/h	43,42€
	Ayudante de obra			
2,4 m ³	Materiales			
1 Ud	Hormigón HM-25/B/20/I		75,72 €/m ³	181,73 €
1 Ud	Celosía C-4500-12			1.779,10€
	Armado B2			428,23 €
TOTAL				2.562,11€
Apoyo metálico serie ACACIA, C-1000-14-B2				
Excavación para cimientos de apoyos metálicos en todo tipo de dureza de terreno incluido transporte de productos sobrantes a vertedero, así como relleno y compactado Hormigonado de la cimentación de apoyos metálicos. Izado de la celosía.				
1 Ud	Maquinaria y herramienta:	0,47h	46,12€/h	21,7 €
1 Ud	Mini retro excavadora sobre neumáticos de 37,5 kW	1,24 h	50,01 €/h	61,96 €
	Camión con grúa de 6 Tn			
1 Ud	Mano de obra y medios auxiliares	2,47 h	18,56 €/h	45,97€
1 Ud	Oficial de primera	2,47 h	17,53 €/h	43,42€
	Ayudante de obra			
1,43 m ³	Materiales			
1 Ud	Hormigón HM-25/B/20/I		75,72€/m ³	108,28 €
1 Ud	Celosía C-1000-14			800,2 €
	Armado B2			428,23 €
TOTAL				1.509,76€

Apoyo metálico serie ACACIA, C-1000-16-B2				
1 Ud	Maquinaria y herramienta:			
1 Ud	Mini retro excavadora sobre neumáticos	0,47h	46,12€/h	21,68 €
	de 37,5 kW			
	Camión con grúa de 6 Tn	1,24 h	50,01 €/h	62,01€
1 Ud	Mano de obra y medios auxiliares			
1 Ud	Oficial de primera	2,47 h	18,56 €/h	45,85€
	Ayudante de obra	2,47 h	17,53 €/h	43,3€
1,6 m ³	Materiales			
1 Ud	Hormigón HM-25/B/20/I		75,72 €/m ³	121,15 €
1 Ud	Celosía C-1000-16			959,38 €
	Armado B2			428,23€
TOTAL				1.681,6 €
Apoyo metálico serie ACACIA, C-3000-20-B2,				
1 Ud	Maquinaria y herramienta:			
1 Ud	Mini retro excavadora sobre neumáticos	0,47h	46,12€/h	21,7 €
	de 37,5 kW	1,24 h	50,01 €/h	61,96 €
	Camión con grúa de 6 Tn			
1 Ud	Mano de obra y medios auxiliares	2,47 h	18,56 €/h	45,85€
1 Ud	Oficial de primera	2,47 h	17,53 €/h	43,42€
	Ayudante de obra			
4,5 m ³	Materiales			
1 Ud	Hormigón HM-25/B/20/I		75,72 €/m ³	340,74 €
1 Ud	Celosía C-3000-20			2.249,03€
	Armado B2			428,23 €
TOTAL				3.190.93€
Apoyo metálico serie ACACIA, C-9000-14-B2				
1 Ud	Maquinaria y herramienta:			
1 Ud	Mini retro excavadora sobre neumáticos	0,47h	46,12€/h	21,7 €
	de 37,5 kW	1,24 h	50,01 €/h	61,96 €
	Camión con grúa de 6 Tn			
1 Ud	Mano de obra y medios auxiliares	2,47 h	18,56 €/h	45,85€
1 Ud	Oficial de primera	2,47 h	17,53 €/h	43,42€
	Ayudante de obra			
7,62 m ³	Materiales			
1 Ud	Hormigón HM-25/B/20/I		75,72 €/m ³	577 €
1 Ud	Celosía C-9000-14			2.918,16€
	Armado B2			428,23

TOTAL				4.096,32€
Apoyo metálico serie ACACIA, C-9000-16-B2				
1 Ud	Maquinaria y herramienta:			
1 Ud	Mini retro excavadora sobre neumáticos	0,47h	46,12€/h	21,7 €
	de 37,5 kW	1,24 h	50,01 €/h	61,96 €
	Camión con grúa de 6 Tn			
1 Ud	Mano de obra y medios auxiliares	2,47 h	18,56 €/h	45,85€
1 Ud	Oficial de primera	2,47 h	17,53 €/h	43,42€
	Ayudante de obra			
8,62 m³	Materiales			
1 Ud	Hormigón HM-25/B/20/I		75,72 €/m³	652,70€
1 Ud	Celosía C-9000-16			3.337,20€
	Armado B2			428,23 €
TOTAL				4.591,06 €
Cadena de amarre para conductor de Aluminio-Acero LA-110				
	Piezas cadena amarre:			
	Horquilla de bola en "V" HB-16	1 Ud	12€/Ud	12€
	Aislador U-100 BS	4 Ud	44€/Ud	176€
	Rotula corta R-16	1 Ud	8,59 €/Ud	8,59€
	Grapa de amarre normal GA-2	1Ud	14,70 €/Ud	14,70€
	Mano de obra:			
	Transporte del material, medios auxiliares y mano de obra hasta su completa instalación.	1 Ud		32,83€
TOTAL				244,12 €
Cadena de suspensión para conductor de Aluminio-Acero LA-110				
	Piezas cadena suspensión:			
	Horquilla de bola en "V" HB-16	1 Ud	12€/Ud	12€
	Aislador U-100 BS	4 Ud	44 €/Ud	176€
	Rotula larga R-16	1 Ud	11,53€/Ud	11,53€
	Grapa de suspensión armada GS-2		12,7 €/Ud	12,7€
	Mano de obra:			
	Transporte del material, medios auxiliares y mano de obra hasta su completa instalación.	1Ud		32,83€
TOTAL				247,06 €
Kilómetros de conductor de Aluminio-Acero LA-110 tensado y grapado				

1 m	Materiales: Cable eléctrico unipolar		21,70€/m	21,7€
	Mano de obra: Oficial 1ª electricista Ayudante electricista	0,039 h 0,039 h	19,11 €/h 17,50 €/h	0,75€ 0,68 €
TOTAL				23,13 €
Conversión aéreo-subterránea				
1Ud	Materiales: Placa de señalización de peligro CE-14		5,10 €/Ud	5,10€
1Ud	Cinta aislante autosoldable		1,5 €/Ud	1,5€
14 m	Cable desnudo de 50 mm ²		3,5 €/m	49€
3Ud	Terminal de cobre estañado		0,87 €/Ud	2.61 €
3Ud	Parrarayos de óxidos metálicos 30 KV 10		301 €/ud	903 €
	KA INZP-30 10			
	Canaleta			
4 Ud	Cepo para torre celosia con 3 abrazaderas de plástico K 301715		30.22€/Ud	120,88 €
	Espuma de poliuretano		5,60 €/Ud	
	Terminales TMF enfilables en frío TMF3-95-240/36-E-T3-P3		196 €/Ud	
	Anti-escala. Cerramiento de chapa galvanizada 2,5x1 m		203,04€/Ud	203,04 €
4Ud	Tornillos galvanizado M-16x40		1,9€/Ud	7,6 €
16Ud	Tornillos galvanizados M-12x50		0,23 €/Ud	3,68€
26Ud	Tornillos galvanizados M-12x35		0,40 €/ud	10,4€
	Mano de obra: Oficial 1ª electricista Ayudante electricista		19,11 €/h 17,50 €/h	38,22€ 35€
TOTAL				1.380,03€
Línea subterránea de 30 kV				
Canalización entubada bajo acera formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, HEPRZ1, de 240 mm² de sección; dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro.				
m ³	Materiales: Arena de 0 a 5 mm de diámetro	0,065 h	12,10 €/h	0,79 €
m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada.	2 h	4,39 €/h	8,78 €
m	Tetratubo de polietileno de alta	1 h	8,92 €/h	8,92 €

m	densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales.	3 h	24,54 €/h	73,62 €
m	Cable unipolar HEPRZ1,	4 h	0,25 €/h	1 €
Ud.	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura.	0,2 h	1,47 €/h	0,29 €
	Material auxiliar para instalaciones eléctricas			
	Equipo y maquinaria:	0,007 h	9,38 €/h	0,07 €
	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,053 h	3,54 €/h	0,19 €
	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm	0,004 h	40,59 €/h	0,16 €
	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,089 h	18,55 €/h	1,65 €
		0,089 h	17,28 €/h	1,54 €
		0,36 h	19,11 €/h	6,88 €
	Mano de obra:	0,312 h	17,5 €/h	5,46 €
	Oficial 1ª construcción			
	Peón ordinario construcción			
	Oficial 1ª electricista.			
	Ayudante electricista			
TOTAL				109,35 €
Arquetas para instalaciones subterráneas de media tensión para su ubicación en la vía pública				
1 Ud	Materiales:			
1 Ud	Arqueta de conexión eléctrica,		81,14 €/Ud	81,14€
1,738 m³	prefabricada de hormigón		86,4 €/Ud	86,4€
	Marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado		7,23 €/m³	12,57€
	Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro.	0,206 h	36,43€/h	7,5€
	Equipo y maquinaria:			
	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,502 h	18,56€/h	9,32€
		0,628 h	17,53 €/h	11,01 €
	Mano de obra:			
	Oficial 1ª construcción de obra civil			
	Ayudante construcción de obra civil.			
TOTAL				207,94 €
Kilómetros de conductor de Aluminio-Acero subterráneo de 240 mm², incluido la retirada de bobinas al almacén.				
1 m	Materiales:			
	Cable eléctrico unipolar.		11,398 €/m	11,4 €

	Mano de obra: Oficial 1ª electricista. Ayudante electricista.	0,039h 0,039h	19,11 €/h 17,5 €/h	0,75€ 0,68 €
TOTAL				12,83€
Centro de transformación 1				
	Obra civil: Edificio de hormigón compacto Excavación de foso			13.831€ 1.037€
2 Ud	Aparamenta: Celdas de remonte GAME3616		1698,08€/Ud	3.396,16 €
3 Ud	Celda de interruptor-seccionador IM3616		6854,30€/ud	20.562,9€
1 Ud	Celda de protección QM3616		3619,02€/Ud	3.619,02 €
1 Ud	Celdas de medida GBCD3616		2304,69€/Ud	2.304,69 €
1 Ud	Cuadro general de baja tensión con todos los elementos de seguridad			2.083,84 €
	Transformador: Transformador reductor. Potencia nominal 630 kVA. Relación 30/0,42 kV			18.590 €
	Juego 3 pasatapas para conexión a bornas enchufables en MT en la tapa del transformador			494 €
	Juego de 3 conectores apantallados enchufables			459€ 845 €
	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 3x240 mm ²			315 €
	Termómetro para la protección térmica			2.240 €
	Sistema de puesta a tierra: 2 Unidades de tierra exteriores Unidad de tierras interiores			802€ 602 €
	Varios: Punto de luz incandescente			166 € 28 €
	Banqueta aislante para maniobrar aparamenta			14 €
	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE			
	Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS			
TOTAL				71.449,61€

Centro de transformación 2 y 3				
1 Ud 1 Ud 1 Ud	Obra civil:			13.831€
	Edificio de hormigón compacto			1.037€
	Excavación de foso			
	Aparamenta:			
	Celdas de remonte GAME3616	1698,08€/Ud		1.698,08€
	Celda de protección QM3616	3619,02€/Ud		3.619,02€
	Celdas de medida GBCD3616	2304,69€/Ud		2304,69€
	Cuadro general de baja tensión con todos los elementos de seguridad			2.083,84 €
	Transformador:			
	Transformador reductor. Potencia nominal 630 kVA. Relación 30/0,42 kV			18.590 €
	Juego 3 pasatapas para conexión a bornas enchufables en MT en la tapa del transformador			494 €
	Juego de 3 conectores apantallados enchufables			459€
	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 3x240 mm ²			845 €
	Termómetro para la protección térmica			315 €
	Sistema de puesta a tierra:	1120€/Ud		2.240 €
	Unidades de tierra exteriores			802€
	Unidad de tierras interiores			
	Varios:			602 €
	Punto de luz incandescente			166 €
	Banqueta aislante para maniobrar aparamenta	14€/Ud		28 €
	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE			14 €
	Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS			
TOTAL				49.128,7€
Otros				
Placa de aviso de peligro				
1 Ud	Placa de aviso de peligro a 5,98 €/ud		5,98 €/ud	5,98€
	Transporte, mano de obra y medios auxiliares.		11,92 €/ud	11,92 €
TOTAL				17,9 €
Placa de señalización				
	Placa de señalización a 4,59 €/ud		4,59 €/ud	4,59 €
	Transporte, mano de obra y medios auxiliares.		10,49 €	10,49 €

TOTAL				15,08 €

5.2 Presupuestos parciales

5.2.1 Apoyos

Tipo de apoyo	Uds.	Precio unitario €/Ud	Precio total €
C-1000-14-B2	8	1509,76 €	12.078,08 €
C-1000-16-B2	2	1681,6 €	3.363,2 €
C-3000-20-B2	1	3190,93 €	3.190,93 €
C-4500-12-B2	2	2562,11 €	5.124,22 €
C-9000-14-B2	2	4096,32 €	8.192,64 €
C-9000-16-B2	1	4591,06 €	4.591,06 €

5.2.3 Conductores

Tipo de conductor	Uds. m	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Conductor LA-110	2710	23,13	62.682,3 €
Conductor RHZ- 240 mm ²	909	12,83	11.662,5€

5.2.4 Cadenas

Tipo de cadena	Uds	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Cadena de suspensión aislamiento vidrio	60	159.06	9.543,6€
Cadena de amarre aislamiento vidrio	30	156.12	4.683,6€

5.2.5 Tomas a tierra

Tomas de tierra	Uds	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Toma a tierra para apoyo ACACIA	16	72,46	1.159,36 €

5.2.6 Arquetas

Arquetas	Uds	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Arquetas línea subterránea	21	207,94	4.366,74 €

5.2.7 CTC

CTC	Uds	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Centro de transformación	1	71449,61	71.449,61
Centro de transformación	2	49128,7	98.257,26

5.2.8 Accesorios

Accesorios	Uds	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Placas de aviso de peligro	16	17,9	286,4
Placas de señalización	16	15,08	241,28

5.2.9 Autoválvulas y seccionadores

Elemento	Uds	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Seccionador	3	435 €/Ud	1.305
Autoválvulas	6	301 €/Ud	1.806

5.2.10 Canalización

Elemento	Uds	Precio unitario €/Ud	Precio total €
Zanjas	909	109,35	99.399,15

PRESUPUESTO TOTAL = 403.371,93 € + 13% Gastos + 16% IVA = 520.349,79 €

5.3. Coste de materiales

Cálculo de las unidades:

M³ de hormigón para apoyos

Apoyo	Número	m ³
C 1000 - 14	8	1,75
C 1000 - 16	2	2,02
C3000 - 20	1	4,05
C4500 - 12	2	2,32
C 9000 - 14	2	6,11
C 9000 - 16	1	7,90
TOTAL		46,85

Ud. de cadena de amarre para LA-110

$$4 \text{ apoyos } \times 3 \frac{\text{amarre}}{\text{apoyo}} \times 2 \frac{\text{cadena}}{\text{amarre}} = 24 \text{ cadenas}$$

$$2 \text{ apoyos fin de línea } \times 3 \frac{\text{amarre}}{\text{apoyo}} \times 1 \frac{\text{cadena}}{\text{amarre}} = 6 \text{ cadenas}$$

Ud. de cadena de suspensión para LA-110

$$10 \text{ apoyos } \times 3 \frac{\text{suspensión}}{\text{apoyo}} \times 2 \frac{\text{cadena}}{\text{suspensión}} = 60 \text{ cadenas}$$

Kg de conductor LA-110

$$433 \frac{\text{kg}}{\text{km}} \times 2,71 \text{ km} \times 3 \text{ fases} = 3520,3 \text{ kg}$$

Kg de conductor LA-110 para toma a tierra

Apoyo	Número	Altura
C 1000 - 14	8	12,28
C 1000 - 16	2	14,24
C3000 - 20	1	17,71
C4500 - 12	2	9,63
C 9000 -	2	11,59

14		
C 9000 - 16	1	13,59
TOTAL		200,46 m

Kg de conductor subterráneo RHZ-240 mm²

$$980 \frac{kg}{km} \times 0,909 km \times 3 fases = 2672.46 kg$$

Ud. picas de toma de tierra

$$16 apoyos \times 1 \frac{unidad}{apoyo} = 16 unidades$$

Ud. terminal toma de tierra con tornillo

$$16 apoyos \times 1 \frac{unidad}{apoyo} = 16 unidades$$

Ud. cartucho de soldadura

$$16 apoyos \times 1 \frac{unidad}{apoyo} = 16 unidades$$

Metros tubo PVC de 13 mm Ø

$$1,5 \frac{m}{apoyo} \times 16 apoyo + 909 m línea subterránea = 933 m$$

Ud. numeración de apoyos

$$16 apoyos \times 1 \frac{unidad}{apoyo} = 16 unidades$$

Ud. placa de peligro

$$16 apoyos \times 1 \frac{unidad}{apoyo} = 16 unidades$$

Descripción	Unidades	Precio	€
m ³ de hormigón para apoyos metálicos	46,85	75,72 €/m ³	3.547,48€
Kg de hierro galvanizado para apoyos metálicos	6422	0,75 €/Kg	4.816,5€
Ud. Cadenas de amarre para LA-110			

Piezas cadena amarre: Horquilla de bola en "V" HB-16 Aislador U-100 BS Rotula larga R-16 Grapa de suspensión armada GS-2	30 Ud	211,3 €/Ud	6.338,7€
Ud. Cadenas de suspensión para LA-110	60 Ud	247,06 €/Ud	14.823,6 €
Piezas cadena suspensión: Horquilla de bola en "V" HB-16 Aislador U-100 BS Rotula larga R-16 Grapa de suspensión armada GS-2			
Kg conductores			
LA - 110	3607,34 kg	6,27 €/kg	22.618,02€
RHZ – 240 mm ²	2672,46 kg	7.33 €/kg	19.589,14€
Canalización	909 m	76,98 €/m	69.980,75 €
Ud. picas de toma de tierra	16	2,61 €/Ud	41,76€
Ud. terminal toma de tierra	16 Ud	0,66 €/Ud	10,56 €
Ud. cartucho de soldadura	16 Ud	18 €/Ud	288 €
Metros tubo PVC de 13 mm Ø	933 m	0,5 €/m	466,5 €
Ud. numeración de apoyos	16 Ud	2,85 €/Ud	45,6 €
Ud. placa de peligro	16 Ud	2,85 €/Ud	45,6 €
Seccionadores	3 Ud	435 €/Ud	1305 €
Autoválvulas	6 Ud	301 €/Ud	1806€
Apoyos, columnas			
1000-14	8	1228,43 €/ud	9.827,44€
1000-16	2	1387,61 €/ud	2.775,22 €
3000-20	1	2677,26 €/ud	2.677,26 €
4500-12	2	2207,33 €/ud	4.414,66 €
9000-14	2	3346,39 €/ud	6.692,78 €
9000-16	1	3766,43 €/ud	3.766,43 €
Arquetas	21 Ud	180,11 €	3.782,31 €
TOTAL			165.417,21 €

COSTE DE MATERIAL = TOTAL + 13% Gastos + 16% IVA

COSTE DE MATERIAL= 213.388,20 €

5.4 Coste de la mano de obra

COSTE MANO OBRA = PRESUPUESTO GENERAL MATERIALES – COSTE MATERIAL

COSTE MANO OBRA= 520.349,79 € - 213.388,20 € = 306.961,59 €

5.7 Cálculo del coste de los equipos de seguridad de los operarios

Concepto	Unidades al año por operario	Operarios	Duración del trabajo (Años)	Total de unidades	Precio unidad	Coste €
Casco de protección golpes	1	7	0,24	1,68	2,31 €/Ud	3,88
Casco de protección eléctrica	1	7	0,24	1,68	11,98 €/Ud	20,126
Gafas de protección	2	7	0,24	3,36	11,89 €/Ud	39,96
Mascarilla	24	7	0,24	40,32	2,87 €/Ud	115,8
Protector auditivo	0,285	7	0,24	0,479	19,07 €/Ud	9,14
Guantes de trabajo contra riesgos mecánicos	12 pares	7	0,24	20,16	13,36 €/Ud	269,34
Guantes de trabajo eléctrico	12 pares	7	0,24	20,16	12,47 €/Ud	251,4
Botas de seguridad	2 pares	7	0,24	3,36	175,25 €/Ud	588,84
Botas para el agua	2 pares	7	0,24	3,36	33,95 €/Ud	114,08
Uniforme de trabajo	2	7	0,24	3,36	120,28 €/Ud	404,15
Traje de agua	2	7	0,24	3,36	29,08 €/Ud	97,71
Cinta señalización visual					1€/Ud	18
Cinturón de seguridad	2	7	0,24	3,36	158,10 €/Ud	531,22
Faja cintura	2	7	0,24	3,36	75 €/Ud	252
Verificador de tensión					350€/Ud	700
Pértigas para descargas de condensadores	1	7	0,24	1,68	273,70 €/Ud	459,82
Pértigas con gancho de Maniobra	1	7	0,24	1,68	60,35 €/Ud	101,39
Equipos Puesta a Tierra Centros de Transformación	1				1.124 €/Ud	1.124

Extintor	1				131,00 €/Ud	131
Reanimador manual tipo balón	1				193,90 €/Ud	193,9
Botiquín de primeros auxilios	1				93,40 €/Ud	93,4
Camilla de evacuación	1				100 €/Ud	100
TOTAL						5619,16 €

5.5 Coste de brigada

Personal:

Titulo	nº personas	€/h	€
Encargado	1	19,11	19,11
Oficial de primera	2	18,55	37,1
Oficial de segunda	2	17,28	34,56
Peón	2	17,28	34,56
TOTAL			125,33

Maquinaria:

Máquina	número	€/h	€
Vehículo todoterreno	1	18,56	18,56
Camión con pluma	1	50,01	50,01
Tractor con remolque	1	36,86	36,86
Pala excavadora	1	46,12	46,12
TOTAL			151,55

Media dieta:

$$\frac{17,28 \text{ €/día}}{8 \text{ h/día}} = 2,16 \text{ €/h}$$

En un modelo de 7 operarios

$$2,16 \times 7 = 15,19 \text{ €/h}$$

$$\text{COSTE DE BRIGADA} = (\text{TOTAL Personal} + \text{TOTAL Maquinaria} + \text{Media dieta}) + 13\% \text{ Gastos} + 16\% \text{ IVA} = 376,77 \text{ €}$$

5.6 Tiempo de ejecución de obra

Coste de la mano de obra = 306.961,59 €

Coste de un operario al día

$$\text{Coste de un operario al día} = \frac{\text{Coste brigada}}{\text{Operarios}} = \frac{376,77}{7} = 53,824 \text{ €}$$

Horas diarias de trabajo de 7 operarios = 7 operarios x 8 horas = 56 h/día

Tiempo de ejecución de la obra

$$\text{Tiempo ejecución obra} = \frac{\text{Coste de la mano de obra}}{\text{Coste operario al día}} = \frac{306.961,59}{53,824} = 5703,06 \text{ h}$$

$$\text{Tiempo ejecución obra} = 101,84 \text{ días}$$

5.8 Coste en formación preventiva

Concepto	Unidades	Precio de la unidad	Coste €
Charla de formación	7 operarios	78,8 €/charla	551,6 €
Reconocimiento médico	7 operarios	102,20 €/operario	715.4 €

5.9 Coste en control de seguridad

Concepto	Unidades	Precio de la unidad	Coste €
Vigilante de seguridad	180 días, 4 h/día	7,80 €/h	5.916€
Reuniones comisión de seguridad	6 reuniones	120 €/reunión	720 €

5.10 Presupuesto de ejecución material

	Descripción	Importe (€)
1	Apoyos y armados de la línea	36. 540,13 €
2	Cadenas de aislamientos y herrajes	14. 227,2 €
3	Puestas a tierra de apoyos	1.159,36 €
4	Conductor línea aérea LA-110	62.682,3 €
5	Autoválvulas y seccionadores línea aérea	1.037 €
6	Canalizaciones y arquetas línea subterránea	103.765,89 €
7	Conductor línea subterránea RHZ-240 mm ²	11.662,5€
8	Casetas edificio prefabricado con foso	44.604 €
9	Celdas y aparamenta	45.126,77€
10	Transformadores	71.235€
11	Cuadro de baja tensión	6.251,52 €
12	Sistema de seguridad interior caseta SZ-51M	5.820,15 €
13	Botiquín para primeras curas	7179 €
14	Extintores	393 €
15	Sistema de seguridad ejecución de obra	5.619,16 €
16	Cintas de señalización y señales.	644,62 €
Total		355.517,77 €
Imprevistos (2,5%)		8.887,94€
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		364.405,72€

5.11 Presupuesto ejecución por contrata

PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE CONTRATA	
Descripción	Importe
Presupuesto ejecución material	364.405,72 €
Gastos generales (13%)	47.372,45 €
Dirección de obra (3%)	10.932,17 €
Beneficio industrial (6%)	21.864,35 €
Total	444.574,69 €
IVA (21%)	93.360,68 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE CONTRATA	
537.935,37€	

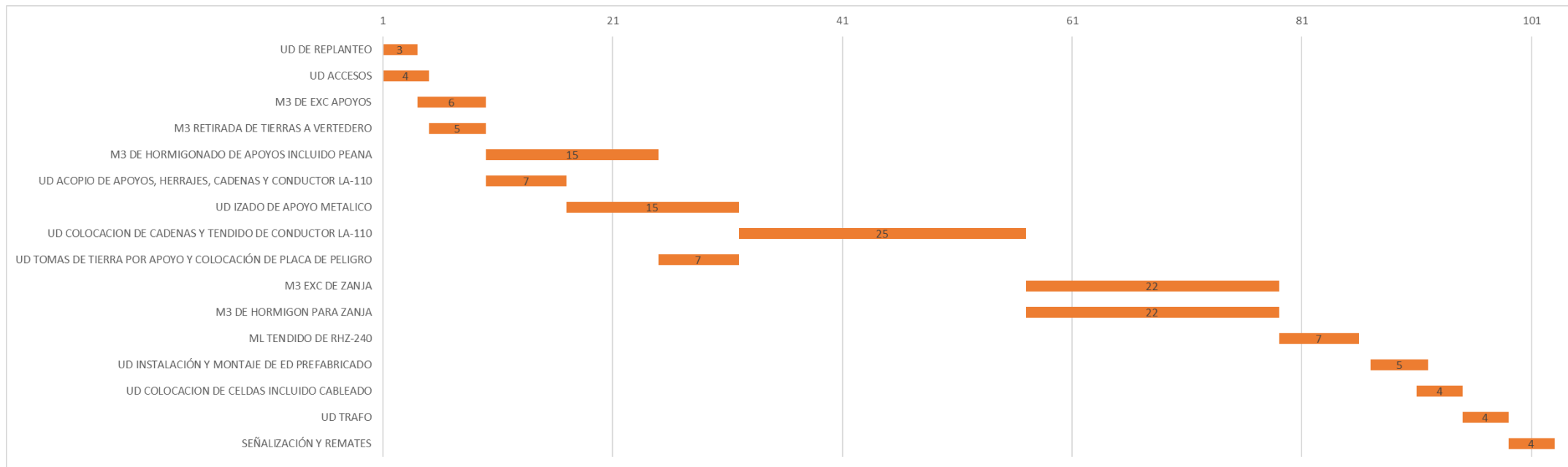
5.12 Presupuesto para conocimiento de la administración

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	
Descripción	Importe
Presupuesto de ejecución de contrata	537.935,37€
Honorarios redacción del proyecto, (4% presupuesto de ejecución material)	14.576,23€
Tramitación de licencias (2% del presupuesto ejecución del material)	7.288,12€
TOTAL PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	
559.799,72 €	

5.13 Planning provisional

Tarea	Duración
Ud. Replanteo	3 días
Ud. Accesos	4 días
m ³ de excavación apoyos	6 días
m ³ retirada de tierras a vertedero	5 días
m ³ de hormigonado de apoyos incluido peana	15 días
Ud. Acopio de apoyos, herrajes, cadenas y tendido de conductor LA-110	7 días
Ud. Izado de apoyo metálico	15 días
Ud. Colocación de cadenas y tendido de conductor LA-110	25 días
Ud. Tomas de tierra por apoyo y colocación placas de peligro	7 días
m ³ excavación de zanja	22 días
m ³ de hormigón para zanja	22 días
ml tendido de RHZ-240	7 días
Ud. Instalación y montaje de edificio prefabricado	5 días
Ud. Colocación de celdas incluido cableado	4 días
Ud. Trafo	4 días
Señalización y remates	4 días

Tarea	Día de trabajo inicio de tarea	Día de trabajo final de tarea
Ud. Replanteo	día 1	día 3
Ud. Accesos	día 1	día 4
m ³ de excavación apoyos	día 4	día 9
m ³ retirada de tierras a vertedero	día 5	día 9
m ³ de hormigonado de apoyos incluido peana	día 10	día 24
Ud. Acopio de apoyos, herrajes, cadenas y tendido de conductor LA-110	día 10	día 16
Ud. Izado de apoyo metálico	día 17	día 31
Ud. Colocación de cadenas y tendido de conductor LA-110	día 32	día 56
Ud. Tomas de tierra por apoyo y colocación placas de peligro	día 25	día 31
m ³ excavación de zanja	día 57	día 78
m ³ de hormigón para zanja	día 57	día 78
ml tendido de RHZ-240	día 79	día 85
Ud, Instalación y montaje de edificio prefabricado	día 86	día 90
Ud. Colocación de celdas incluido cableado	día 91	día 94
Ud. Trafo	día 95	día 98
Señalización y remates	día 99	día 102



Tarea	Operarios	Duración	Horas totales
Ud. Replanteo	3	3 días	72 h
Ud. Accesos	3	4 días	96 h
m ³ de excavación apoyos	3	6 días	144 h
m ³ retirada de tierras a vertedero	3	5 días	120 h
m ³ de hormigonado de apoyos incluido peana	3	15 días	810 h
Ud. Acopio de apoyos, herrajes, cadenas y tendido de conductor LA-110	3	7 días	168 h
Ud. Izado de apoyo metálico	3	15 días	360 h
Ud. Colocación de cadenas y tendido de conductor LA-110	6	25 días	1200 h
Ud. Tomas de tierra por apoyo y colocación placas de peligro	3	7 días	168 h
m ³ excavación de zanja	3	22 días	528 h
m ³ de hormigón para zanja	3	22 días	528 h
ml tendido de RHZ-240	6	7 días	336 h
Ud, Instalación y montaje de edificio prefabricado	6	5 días	240 h
Ud. Colocación de celdas incluido cableado	6	4 días	192 h
Ud. Trafo	6	4 días	192 h
Señalización y remates	6	4 días	192 h